



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista.

AUTOR:

Adonías Vargas Córdova (ORCID: 0000-0001-8573-9362)

Elmer Rojas Tarrillo (ORCID: 0000-0002-2244-3959)

ASESOR:

Ing. Santiago Ruiz Vásquez (ORCID: 0000-0001-7510-5702).

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Generación, transmisión y distribución

TARAPOTO – PERÚ

2019

Dedicatoria

La investigación va dedicada a mis amados padres Benjamín Vargas y Rosa Córdova, por su sincero amor y apoyo incondicional en mi carrera profesional y camino de la vida.

También va dedicado a mi querida hija Nazly Micaela Vargas, por ser mi motivo de superación diaria.

Adonías

Dedicado a mi esposa e hijos, por ser el motor de mi vida y superación de cada día.

A mis queridos padres por su apoyo incondicional de siempre y creer en mí como persona y como profesional.

Elmer

Agradecimiento

A Dios, por todas sus Bendiciones, por su amor infinito, por iluminarme cada día para ser una persona correcta ante mi familia y sociedad.

Al Sr. Benjamín Vargas, dueño del fundo La Esperanza por permitirme desarrollar la investigación en el fundo y facilitarme la información necesaria importante para la investigación.

Al Ing. Santiago Andrés Ruiz Vásquez por su apoyo y dedicación al asesoramiento a la investigación presentada.

A la Universidad César Vallejo, por tener dentro de cartera universitaria la carrera de Ingeniería Mecánica electrónica a los maestros que compartieron diferentes conocimientos en las aulas para formarnos durante la preparación universitaria.

LOS AUTORES.


Página de jurado.

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 2
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don: **Vargas Córdova Adonías** cuyo título es: “Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo La Esperanza, Lamas San Martín, 2019”.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14, CATORCE.

Tarapoto, 20 julio del 2019


.....
Gorki Ruiz Hidalgo
ING. MECÁNICO
R. CIP. 119418
.....
PRESIDENTE
Ing. Mec. Gorki Ruiz Hidalgo



.....
Miguel Bartra Reátegui
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP. N° 116901
.....
SECRETARIO
Ing. Mec. Elect. Miguel Bartra Reátegui


.....
Ruiz Vásquez Santiago Andrés
Ing. Mecánico
CIP 125897
.....
VOCAL
Ing. Mec. Santiago Andrés Ruiz Vásquez



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------


Página de Jurado

	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 2
---	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don: **Rojas Tarrillo Elmer** cuyo título es: "Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo La Esperanza, Lamas San Martín, 2019".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14, CATORCE.

Tarapoto, 20 julio del 2019


.....
Gorki Ruiz Hidalgo
ING. MECÁNICO
R. CIP. 119418
.....
PRESIDENTE
Ing. Mec. Gorki Ruiz Hidalgo


.....
Miguel Bartra Reátegui
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
CIP N° 116901
.....
SECRETARIO
Ing. Mec. Elect. Miguel Bartra Reátegui


.....
Ruiz Vásquez Santiago Andrés
Ing. Mecánico
CIP 125897
.....
VOCAL
Ing. Mec. Santiago Andrés Ruiz Vásquez



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Declaratoria de autenticidad


Adonías Vargas Córdova, identificado con DNI N°42688741 y **Elmer Rojas Tarrillo**, identificado con DNI 41774556, estudiantes de la escuela profesional de **Ingeniería** de la Universidad César Vallejo, autores de la investigación titulada: “Diseño de sistema de bombeo de agua con paneles solares y la producción del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas - San Martín, 2019”,

Declaramos bajo juramento que:

- a. La tesis es de nuestra autoría.
- b. Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- c. La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- d. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.


De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 06 de abril del 2019.



Adonías Vargas Córdova

DNI N° 42688741



Elmer Rojas Tarrillo

41774556

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página de Jurado.....	iv
Índice	vii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de figuras	x
Resumen	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	15
2.1. Tipo y diseño de la investigación	15
2.2. Operacionalización de variables.....	17
2.3. Población, muestra y muestreo.....	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
Validación y confiabilidad de los instrumentos	18
2.5. Procedimiento	19
2.6. Métodos de análisis de datos	19
2.7. Aspectos éticos	20
III.RESULTADOS	21
IV.DISCUSIÓN.....	58
V. CONCLUSIONES	62
VI.RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS	69
Matriz de consistencia	70
Instrumentos de recolección de datos	72
Validación de instrumentos	75
Autorización donde se ejecutó la investigación	78
Acta de aprobación de originalidad	79
Resultado final del programa turnitin de tesis	80
Autorización de publicación de tesis en el repositorio institucional UCV	81

Autorización de la versión final del trabajo de investigación	82
---	----

Índice de Tablas

Tabla 01. Elementos del diseño del sistema de bombeo.	24
Tabla 02. <i>Calculo de Etc (Evapotranspiración del cultivo de interés)</i>	25
Tabla 03. <i>Cálculo del valor constante para el cultivo de cacao ($K_c=1.05$)</i>	26
Tabla 04. Consideraciones de consumo	33
Tabla 05. <i>Parámetros eléctricos</i>	35
Tabla 06. <i>Controladores SmartSolar MPPT 150V 45A Victron</i>	37
Tabla 07. Inversor cargador 1500W 12V MPPT 40A Must solar.....	38
Tabla 08. Tabla para perdidas de carga.....	40
Tabla 09. Pérdida por fricción en accesorios (Longitud equivalente de caño recto del mismo diámetro en metro)	41
Tabla 10. Presupuesto del sistema de bombeo	48
Tabla 11. Presupuesto de paneles fotovoltaicos	49
Tabla 12. Presupuesto total.....	49
Tabla 13. X – Barra, sistema de riego.	50
Tabla 14. X – Barra, sistema de riego después de la aplicación.....	51
<i>Tabla N° 15: Análisis de Varianza</i>	53
<i>Tabla N° 16: Coeficientes codificados</i>	54

Índice de figuras

Figura N° 01: Diseño del sistema de bombeo con paneles solares y la producción de cacao.	21
Figura N° 02: Diseño de sistema de bombeo de agua con paneles solares de vista frontal.	22
Figura N° 03: Diseño de sistema de bombeo de agua con paneles solares de vista isométrica.	23
Figura N° 04: Cálculo de temperatura máximo y mínimo.	30
Figura N° 05: Claridad de San Martín.	33
Figura N° 06: Esquema geométrico de distribución de tuberías y terreno.	39
Figura N° 07: Curvas y datos de prestaciones	43
Figura N° 08: Modelo: 4SR25Gm/15 (Monofásica)	45
Figura N° 09: Electrobomba sumergible con motor 4SR - PD	46
Figura N° 10: Ejemplos de instalación.....	47
Figura N° 11. X barra-R antes del tratamiento.	50
Figura N° 12. X barra-R después del tratamiento.	52
Figura N° 13: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados	56
Figura N° 14: Gráfica normal de efectos estandarizados	57

RESUMEN

La investigación “Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares, para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019”. El objetivo fue poder realizar un diseño de bombeo, para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao. Como hipótesis el diseño de bombeo con paneles solares influye significativamente en el riego por goteo. Se tuvo como muestra una parcela del fundo La esperanza. La investigación tuvo un diseño pre experimental. Como resultados se obtuvo que el diseño se basó en una base de 7.35 m hasta los paneles solares, donde está el pozo de agua y la electrobomba sumergible, el tablero de control que va desde la electrobomba con una medida de 32.70 m. Desde la base hasta la altura existe una medida de 34.70 m. donde encontramos el tanque elevado de 9.36 metros de altura. Todo esto influyó en el riego con una eficiencia de 90 a 95%, 7.35 mm/día (ETc)/90, 8.16 mm/día, para una cantidad de 1111 unidades de plantas, con un consumo total de 6 621.56 L/h.

Palabras claves: Sistema de bombeo, paneles solares, riego por goteo y cultivo de cacao.

ABSTRACT

The research "Design of a water pumping system with solar panels to improve the drip irrigation of the cocoa crop in the La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019 farm", carried out with the objective of designing a pumping system with solar panels to improve the drip irrigation of the cocoa crop, as hypothesis we have that the design of pumping with solar panels significantly influences drip irrigation. The sample was a plot of the farm Hope. The research is applied technology, with a desisng pre - experimental. As results we have, that the design was based on a base of 7.35 m to the solar panels, where the water is well and the submersible electric pump, the control panel that goes from the electric pump with a measurement of 32.70 m. From the base to the height we have a measure of 34.70 m. where we found the elevated tank 9.36 meters high. All this influenced the irrigation with an efficiency of 90 to 95%, 7.35 mm / day (ETc) / 90, 8.16 mm / day, for an amount of 1111 units of plants, with a total consumption of 6 621.56 L / h.

Keywords: Pumping system, solar panels, drip irrigation and cocoa cultivation.

I. INTRODUCCIÓN

Según ROLDÁN (AGUIRRE y MESA, 2011, p. 1), a nivel mundial, el recurso hídrico es de mucha importancia, con una demanda cada vez mayor, sobre todo en lo que concierne a la productividad agrícola, representa del consumo mundial el 70% en riego agrícola. Respecto a ello, la mayor parte de los agricultores usan tecnología convencional para mejorar el sistema de riego de sus cultivos. Sin embargo existen sistemas de bombeo utilizando energía de paneles solares mejora la forma de aprovechar los recursos hídricos para una mayor tecnificación de la agricultura.

En el Perú, la agricultura ayuda a generar 2,3 millones de ingresos a diferentes familias representando a un 34% de hogares que se benefician y el mayor porcentaje de agricultura es a riego (Revista Perú Oportunidad Fund, 2011, p. 03). El tema del riego es un desafío en el país mediante los sistemas de bombeo para mejorar el sistema de riego y productividad (DELTA VOLT, s.f, párr. 01). El diseño de bombeo con paneles solares es una buena alternativa para un mejoramiento de la eficiencia del agua facilitando la fertirrigación, aprovechando la energía y el medio ambiente con el fin de incrementar la producción de la agricultura (AGUIRRE y MEZA, 2011, p. 1).

La región San Martín tiene un gran potencial agrícola, el 13% de sus tierras están destinadas a la agricultura. Entre los productos bandera de la región se encuentra el cacao (Info región, 2018). La productividad del cacao es un desafío de los agricultores para conseguir una mayor productividad a través de riego tecnificado con el apoyo de empresas privadas como es ACOPAGRO (REVISTA RED AGRÍCOLA, 2017). Una forma de aprovechar la tecnificación del sistema de riego son los sistemas de bombeo, ya que son prácticos y precisos para mejorar la producción en los sistemas agrícolas.

Los sistemas de bombeo con paneles solares son un sistema que tiene por objeto elevar la presión del fluido térmico usando paneles solares, con el fin de vencer la resistencia de oposición a la circulación del agua y con las garantías que el agua no se evapore y permanezca en estado líquido. Influyen las características de la capacidad instalada en la base de bombeo, características hidráulicas de la fuente de captación, parámetros hidráulicos de diseño con panel solar y componentes hidráulicos de diseño (ROJAS,

2017, p.15).

La provincia de Lamas se caracteriza por producir muchos productos agrícolas, entre ellos tenemos el cacao. Específicamente, en el distrito de La Esperanza, se encuentra el fundo La esperanza, donde los suelos son adaptables para la producción de cacao, sin embargo; éstos cuentan con poca capacidad de un sistema de riego eficiente, es decir no se obtienen resultados esperados correspondientes a la eficacia, eficiencia y efectividad. La forma de tecnificación y riego funcionan de forma empírica, esperando las lluvias temporales y cuestiones naturales para la producción por la que no se obtienen resultados esperados. Además existen las condiciones necesarias para diseñar los sistemas de bombeo con paneles solares, haciendo uso de la mecánica e hidráulica en el funcionamiento de las bombas y tanques elevados con el fin de mejorar el riego por goteo mejorando resultados.

CARRNZA, Mynor. (2011): *Evaluación y propuesta de mejoramiento de la estación de bombeo de agua de mar, de una finca dedicada a la adquisición, producción y cosecha de camarón*". (Tesis de Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Llegó a las siguientes conclusiones:

- Un buen sistema de bombeo y capacitación operativa mejora significativamente la producción. Sobre todo, es necesaria la capacitación del personal, ya que debe tener los conocimientos necesarios para la operación del sistema y la evaluación respectiva para tener mejores resultados.
- Este sistema de bombeo minimizará los problemas de riego de la finca de camarones, además; el sistema no solo debe cumplir con el objetivo del bombeo y abastecimiento de agua, para ello se debe supervisar y controlar los cambios. Con la instalación del sistema de bombeo se espera mejorar en un 5 por ciento la producción de camarones, se evitarán fallas imprevistas y disminuirán costos y un ahorro total con mayores utilidades.

GODOY, Elizabeth. (2011): *Diseño de sistema de regadío en zona rural con energía solar fotovoltaica*. (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Santa Concepción,

Chile. Llegó a las siguientes conclusiones:

- Con la aplicación del sistema utilizando energía solar se incrementó la producción del tomate en un 100% elevándola de 24, 5 80 toneladas sin costos adicionales de mantención. Con el proceso de riego por goteo, se disminuyó el consumo de agua, aprovechándolo de una mejor manera y obteniendo un buen resultado final.
- Además, con ello no solo se incrementa la producción, si no, la calidad, ya que se distribuye de formas homogénea los nutrientes obteniendo una mayor calidad y un incremento de ingresos.
- En la investigación, la parcela de tomates tiene bajas condiciones de producción que solo tiene pérdidas, para ello es necesaria la implementación del sistema de riego tecnificado mediante paneles solares para una mayor eficiencia.

SALMERÓN, David y BLANDÓN, Jimmy. (2014): *Estudio de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua, en la Comunidad de San Antonio del Municipio de Jinope* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua. Llegaron a las siguientes conclusiones:

- Las bombas convencionales se adaptan mejor a los sistemas de bombeo con paneles fotovoltaicos debido a su flexibilidad y a su capacidad de incrementar la cantidad de módulos solares. Par que el sistema funcione correctamente depende de sus componentes estructurales y calibre de conductores eléctricos. El electro bomba tiene una duración de 5 a 10 años, incluso llegan a durar 20 años, todo depende de la tecnología y la instalación.
- Estas instalaciones tienen una perspectiva de ampliación rural, y lo mejor es que sólo de una inversión al inicio, con un costo de mantenimiento es mínimo. Los sistemas de bombeo fotovoltaico son prácticos porque funcionan automáticamente al salir el sol y se apagan cuando éste se oculta.
- Además, tienen una vida alta, confiable y duradera alrededor de 20 años con un porcentaje de fallas muy bajo haciendo que éstos sean de alta confiabilidad.

LAZO, Néstor. (2011): *Diseño de un sistema con paneles solares para cargar baterías y energizar motores de picaduras en una comunidad agrícola*. (Tesis de Pregrado),

Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Llegó a las siguientes conclusiones:

- El sistema propuesto genera energía necesaria que alimenta los motores de picadura de 5HP y controla las cargas respectivas.
- La misma, suministra hasta 6 528W de potencia, necesario resultados con mayor eficacia y eficiencia en la comunidad, dejando de lado el uso de motores diésel que sólo contaminan el medio ambiente, sobre todo, eliminando los costos mensuales y favoreciendo el ahorro a los pobladores con miras al desarrollo. Además el sistema trae muchos beneficios y ventajas, tanto para la población como para el medio ambiente, siendo una alternativa para el desarrollo productivo en zonas alejadas.

SANCHEZ, Martín. (2017): *Diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica, para mejorar la productividad de equipos de bombeo agrícola, del estable GESA – Lambayeque, 2016.* (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Lambayeque. Llegó a las siguientes conclusiones:

- Existen diferentes alternativas de obtención de energía y el diseño de bombeo beneficio a la producción y funcionamiento de electrobombas.
- Los modelos recomendables en cuestión de bombas son los modelos de energía solarland, modelo SLP120-12U, PHOCOS (controlador solar), modelo CML08, RITAR batería (modelo RA12-150, inversor sinusoidal 12CD/220VAC y 500-ENERGIT. La cantidad de agua que se necesita en GESA es 120 litros por día, y para regadío agrícola es un 5%, incluyendo 5% de reserva, bombeando 1000.5 ltrs. de agua diarios.

Sistema de bombeo solar fotovoltaico: GODOY (2016), menciona que la energía solar fotovoltaica, se define como aquella que se transforma a partir del sol. Esta resulta de la incidencia sobre materiales semiconductores que convierten la luz en electricidad, a raíz de la presencia de electrones dentro del material. Esta fue descubierta en 1839 que consiste en producir electricidad debido a la absorción de luz, luego en 1985 fue construido el primer módulo fotoeléctrico por Charles Fritts (p.15).

Según RUEDA (Citado en SÁNCHEZ, 2017), la energía solar irradiada en las reacciones nucleares son producidas mediante la combinación de átomos de hidrógeno y helio, ésta es irradiada gran parte al planeta. Esta energía es captada del sol a través de módulos fotovoltaicos de donde se obtiene la energía eléctrica en forma continua. El modelo planteado está compuesto por reguladores de carga que sirven para almacenar energía e inversores, dando origen a energías renovables (p. 13). Existen dos tipos de aplicación de ésta energía.

- a. Sistemas autónomos** Son ilimitados técnicamente respecto al sistema eléctrico (p.13).
- b. Sistemas conectados a red.** Se trata de una instalación con energía proveniente del sol, que se convierte en una pequeña central productora.

Este sistema necesita un generador, convertidor de potencia, una motobomba, medios de almacenamiento y una motobomba para funcionar correctamente (Sánchez, 2017).

Células Fotovoltaicas: La corriente de electrones da lugar a una célula fotovoltaica, ésta se da a raíz de la conversión de radiación solar. Así mismo, se crea la célula cuando sus dos caras están conectadas a un equipo eléctrico y expuesto a la luz del sol. La energía producida depende mucho de las características del material de la célula para tener una eficiente conversión. Generalmente, las células de silicio presentes en el mercado comprenden una potencia de 13% y 20%, en relación a las de laboratorio alcanzadas hasta un 44,7% (GODOY, 2016, p. 16).

Clasificación de celdas solares

Células	Rendimiento en Laboratorio	Rendimiento Directo	Características	Fabricación
Monocristalino	30%	18-28%	Es típico los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre si.	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
Policristalino	19-20%	12-14%	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
Amorfo	16%	<10%	Tiene un color homogéneo (marrón) pero no existe conexión visible entre células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plásticos

Fuente: (Citado en Godoy, 2016, p.19).

Estos deben ser colocados correctamente para que las células no se dañen o entre humedad y genere rupturas en las células. Además éstos deben ser instalados donde les dé directamente el sol (árboles o edificios) con orientación al hemisferio norte y sur, para así aprovechando así la máxima energía solar.

Bombas solares para agua: GODOY E., (2017). Es un tipo de bombeo alimentado por energía solar utilizando agua de pozos o embalses para utilizarlo en riego u otros fines. Tiene dos componentes que son: (p.21)

- a. Panel fotovoltaico. Estos paneles son las fuentes de potencia, están compuestos por células solares y al exponerse a la luz producen corriente directa, pasando por un cableado del panel. Esta abastece a una bomba con ayuda de la energía fotovoltaica (p. 21). Generalmente hay un convertidor de frecuencia usado para pasar corriente alterna, y su capacidad real resulta de la capacidad nominal.

Voltaje y corriente de salida de un panel

Potencia máxima	60 W.
Voltaje máxima	16,9 V.
Corriente máxima	3,55 A.

Fuente: Godoy, 2016, p.22.

Un panel fotovoltaico puede conectarse de dos maneras: Serie o paralelo (GODOY, 2016, p. 22).

La primera, si son conectados en serie, se suman los voltajes producidos en cada panel que juntos son 60W- 12V, conectados en serie de 33,8V. (16,9+16,9 volts = 33,8volts). Con ello, una bomba DC de 24V., requiere un mínimo de dos paneles de 12V, conectados en serie para poder funcionar correctamente.

Con respecto a la segunda, al conectarlos paralelamente su reacción es opuesta a los conectados en serie. En este caso, la corriente de salida se suma al conjunto de corrientes en Amps de cada uno de los paneles, con un voltaje de salida igual al producido por los paneles individuales (p.22).

b. Bomba eléctrica. Es un componente principal de la bomba, se conecta a la red eléctrica con una corriente alterna (AC), éstas tienen limitaciones para operar de forma eficiente, pues dependen de la potencia disponible. Estas deben tener la capacidad de bombear en condiciones favorables o con baja luz (p.22).

Características del sistema de bombeo: Está compuesto por elementos como generador, sistema de motor/bomba, y de manera opcional un sistema de acondicionamiento de potencial acoplado a un generador FV con su motor respectivo. Se debe contar con un sistema de acumulación, con pozos o sistemas de tuberías (ARIJA, 2010, p. 5).

Los generadores FV, tienen componentes por módulos conectados entre sí en serie o de forma paralela. La tecnología del generador FV, está compuesta por silicio mono cristalino (ARIJA, 2010, p. 6).

Selección del tipo de bomba: Para elegir bien la bomba a utilizar se debe tener en cuenta el sistema a que se va a aplicar. Las bombas centrífugas sumergibles compatibilizan mejor con el volumen de fluido desplazado versus carga dinámica, ya que, con éstas es posible mover grandes masas de agua con gastos medianos a grandes de 9 a 200m (GODOY, p. 22).

Generalmente se tiene que desplazar grandes masas de agua por día con cargas dinámicas bajas, se recomienda usar un tipo de bomba centrífuga de succión, o también puede usarse un tipo de bomba de pistón de desplazamiento positivo, siempre y cuando se requiera mayores alturas dinámicas y caudales bajos (GODOY, 22).

Las bombas más usadas son las de desplazamiento, ya que estas presentan mayores rendimientos para niveles de potencia nominal similares de las centrífugas. Sin embargo, se necesitan dispositivos de acondicionamiento de potencia con un par de arranque, muy aparte que estén asociadas por motores (ARIJA, 2010, p. 6).

Respecto a todo el procedimiento del sistema ARIJA (2010), plantea lo siguiente:

Los tipos de motores eléctricos son DC, AC o DC sin escobillas. El motor más la bomba forman la motobomba. Éstas en su mayoría son sumergibles o flotantes (p.7).

Los sistemas de acondicionamiento de potencia o sistema de control e bombeo están formado por elementos como inversores DC/AC (controladores de motor), que tienden a adaptar las características de la energía producida por el generador FV. Solo se usa inversores DC/AC cuando se utiliza motores (p.7).

El sistema de acumulación es necesario para proporcionar el volumen adecuado de agua y el sistema pueda tener la autonomía suficiente para generar agua a los sistemas de acumulación. Las fuentes de agua más utilizados para el sistema de bombeo son las extracciones de pozos o instalaciones abiertos de motobomba sumergibles (p.7).

Con respecto al dimensionamiento del cableado de instalación, se necesita un conjunto de medidas que garanticen la seguridad del sistema de bombeo. Además se usan varistores, fusibles seleccionados y una buena puesta en tierra del sistema (p.8).

Configuraciones típicas de bombeo: En estos sistemas la operación es de manera acoplada para maximizar el rendimiento de todo el sistema. Existen distintas soluciones para el bombeo de una cierta cantidad de volumen de agua a una altura determinada por rangos (ARIJA, 2010, p. 19).

Selección de motores: Los motores son máquinas que transforman energía eléctrica en energía mecánica. Los motores se clasifican en los de corriente continua DC y los de corriente alterna AC, su funcionamiento es a través de inducción electromagnética que espira por la circulación de corriente eléctrica, sometida a una fuerza de desplazamiento (ALONSO y CHENLO, 2011. P. 15).

Los motores DC se caracterizan por tener un alto voltaje, velocidad nominal y dos motores, su potencia y por el par de motor. Respecto a la velocidad del motor varía de acuerdo al voltaje y la fuerza de su respectivo funcionamiento con flujos magnéticos (ALONSO y CHENLO, 2011. P. 15).

Los motores AC tienden a incrementar el costo económico ya que necesita de un inversor AC y DC, se necesitan algunos dispositivos auxiliares para generar corrientes de arranque. Sin embargo, éstos motores son más eficientes y más baratos en comparación de los DC con la misma potencia (ALONSO y CHENLO, 2011. p. 16).

El tipo de bombas de instalación pueden ser sumergibles, flotantes o de superficie.

Uso de baterías de acumulación: Generalmente es necesario tener para las baterías, una propia acumulación de energía en caso de faltar la energía solar. Sabiendo el autoconsumo del motor bomba y los demás equipos, es necesario hacer un cálculo de la energía media diaria que será consumida por el sistema en general (ARIJA, 2010, p. 19).

Ejemplo de tabla de consumo medios diarios

	Núm ero de elem ento	Pote ncia (W)	Nº hora al día	Wh/dí a
Fluorescentes	3	20	4	240
	3	15	2	90
TV	1	25	4	100
Motobomba				900
Pérdida				
regulador + Inversor.	1	10	24	240

$$E_D = (240+90+100+1440+900+240) \text{ Wh/día.}$$

E_D = La energía media diaria consumida por el sistema Wh/día.

Fuente: ARIJA, 2010, p. 19

Riego por goteo: Es un conjunto de elementos de forma ordenada que interactúan entre sí, para asegurar la cantidad de agua precisa en las parcelas de forma permanente, con cantidades suficientes y en momento preciso que lo requieran las plantas (Leris, 2014, p.5).

Este sistema conduce el agua por su respectiva red de tubería, para ser aplicados directamente a los respectivos cultivos gota a gota mediante emisores que llevan volúmenes de agua aplicado a los cultivos gota a gota por medio de emisores, llevando pequeños volúmenes de agua, de forma controlada hasta las plantas (Liotta, 2015, p. 4).

Liotta (2015), el sistema permite conducir el agua y distribuirla por conductos cerrados con alta presión. También se denomina riegos localizados de alta frecuencia, que permite regar de una a dos veces por día, dependiendo la necesidad del cultivo (p. 5).

El riego por goteo, se caracteriza por permitir un mayor control en la aplicación del agua de manera uniforme, siempre que el cálculo hidráulico de las instalaciones y su mantenimiento sean las adecuadas (Rodríguez, Sobrino, Alvares y otros, 2017)

En sí, son sistemas fijos y automatizados, que permite dar las respectivas aplicaciones frecuentes y mantener la variación del contenido de humedad del suelo dentro de unos márgenes estrechos evitando fluctuaciones de tensión extremas (Rodríguez, Sobrino, Alvares y otros, 2017, p. 3).

El riego por goteo tiene las siguientes dimensiones: El consumo de agua por hora, volumen de agua por planta y el número de plantas que serán regadas. Todo esto tiene que ver en el consumo de agua por goteo.

Además se debe tener en cuenta la cantidad de agua disponible, ya que en el riego es fundamental desde la cantidad y calidad de agua que haya en alguna. La cantidad de agua que haya, no garantiza su total utilización para el riego (Mendoza, 2013, p. 1).

Las aguas de mala calidad, no se utilizan; ya que tienen elementos químicos contaminantes para los suelos y plantas. Las aguas para riego son de corrientes superficiales de ríos y quebradas o aguas de lagos y pozos subterráneos (Mendoza, *óp. cit.*, 2013, p. 2).

Dentro de ello encontramos:

Volumen. Es la cantidad de agua que ingresará al área de cultivo por hora, por planta y por la cantidad en una hectárea.

Para ello se formula el siguiente problema de investigación:

Problema general: ¿En qué medida influye el diseño del sistema de bombeo con paneles solares en el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019?

Problemas específicos:

¿Cómo influye la selección del panel solar en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019?

¿Cómo influye la selección de la bomba en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019?

¿Cuál es la viabilidad económica de los costos y presupuestos en el diseño del sistema de bombeo con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019?

Se tiene las siguientes justificaciones:

Justificación por conveniencia

La investigación se justifica, ya que los datos reales obtenidos respecto a las variables de estudio, serán usados por autoridades y funcionarios respectivos para mejorar el sistema de riego por goteo de los cultivos de cacao y otros similares, de esa forma apoyar al sector agrícola de la región. A su vez, la investigación significa la obtención del título profesional de Ingeniero Eléctrico Mecánico ayudando a la consolidación profesional en la Universidad César Vallejo.

Justificación Social

En la región San Martín, el sector agrícola hace un gran aporte al PBI, dentro de ello tenemos el cultivo del cacao como producto bandera. Estos cultivos generan desarrollo al sector, sobre todo; generan ingresos a las familias que se dedican a éstos cultivos generando dinamismo económico.

Justificación Teórica

Brindará un exquisito aporte teórico de cada una de las variables mencionadas en la investigación, la cual serán tomadas para posteriores investigaciones relacionadas al tema.

Justificación práctica

De forma práctica, con los resultados se apoyará a que las autoridades lo tomen con fines de mejorar las cadenas productivas del sector como es el cacao, mejorando los resultados finales.

Implicancia metodológica

Se justifica ya que los instrumentos realizados en la investigación y el diseño pre-experimental tecnológico, van a ser utilizados en otras investigaciones parecidas dentro de la ciencia experimental.

Con ello se plantea la siguiente Hipótesis general: El diseño del sistema de bombeo con paneles solares influye significativamente en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.

Entre las Hipótesis específicas se han planteado:

- La influencia de la selección del panel solar será positiva en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.
- La influencia de la selección de la bomba será positiva en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.
- Existe viabilidad económica de los costos y presupuestos en el diseño del sistema de bombeo con paneles solares influye significativamente en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.

Como objetivos se han previsto en la presente investigación, el siguiente objetivo general tal como Diseñar un sistema de bombeo con paneles solares, para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.

Los siguientes objetivos específicos encargados de operativizar el objetivo general son:

- Determinar la influencia de la selección del panel solar en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.

- Determinar la influencia de la selección de la bomba en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.
- Determinar la viabilidad económica de los costos y presupuestos en el diseño del sistema de bombeo con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.

II. MÉTODO

La investigación se realizó aplicando el método inductivo analítico, partiendo de particularidades para llegar a hechos generales. En este caso, se realizó estudios de la variable independiente, para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao.

2.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación

Por su finalidad es aplicada, debido a que utilizando ciencia establecida y el criterio del investigador que busca obtener resultados que permitan llevarnos a comprobar la hipótesis (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y OTROS, 2014, p. 35).

Por su contrastación es descriptiva, debido a que la investigación se fundamenta en leyes y teorías científicas orientando a encontrar la causa de las variables estudiadas, identificadas y explicadas en la formulación de las hipótesis en la investigación, .estas que se fundamentan en parámetros y constantes que dan consistencia al desarrollo de la investigación (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ et. al, óp. cit. 2014, p. 35).

Diseño de investigación

Se usó el diseño aplicado tecnológico, pre experimental, orientado a describir, explicar y predecir los problemas de la realidad, propios de la Ingeniería Mecánica Eléctrica (Hernández, Fernández y otros, 2014, p. 35).

El estudio corresponde a una investigación pre – experimental, ligado a la comprobación de las hipótesis. La misma explica los efectos y causas y el control de la variable independiente como problema de investigación, en este caso es el diseño del sistema de bombeo, con grupo único.

Esquema

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Diseño de bombeo con paneles solares	Es un sistema que tiene por objeto elevar la presión del fluido térmico usando paneles solares, con el fin de vencer la resistencia de oposición a la circulación del agua y con las garantías que el agua no se evapore y permanezca en estado líquido (Rojas, 2017, p. 10).	Es un proceso donde el diseño requiere un proceso desde la selección del panel solar, selección del motor y selección de la bomba.	Selección del Sistema fotovoltaico.	<ul style="list-style-type: none"> - Potencia del panel solar. - Cantidad de paneles a utilizar - Tipo de bomba. - Tamaño de salida de la bomba. - Distancia entre punto de bombeo y tanque elevado. 	De razón
			Selección de la bomba de agua.		Numérico
			Presupuesto del sistema de Bombeo	Cantidad de presupuesto.	
Riego por goteo.	Se refiere al conjunto de elementos de forma ordenada, entrelazados y que interactúan	El riego por goteo está combinado por una serie de elementos precisos para	Consumo de agua con riego por H.	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo de consumo de agua por goteo en una hectárea de cultivo. 	Nominal

entre sí, para el riego.		- Cálculo del	
asegurar la	Volumen de	volumen de	Nominal
cantidad de agua	agua por	agua por	
precisa en las	planta	planta	
parcelas de forma		- Cálculo de	
permanente, con	Consumo de	consumo de	
cantidades	agua por hora.	agua por hora.	Nominal
suficientes y en			
momento preciso		- Cantidad de	
que lo requieran	Número de	plantas por	Numérico
las plantas (Leris,	plantas.	hectárea.	
2014, p.5).			

O_1 __ X __ O_2

O_1 = Observaciones obtenidos por los sujetos muestrales antes de aplicar a la parcela del fundo La Esperanza.

X = Diseño del sistema de bombeo con paneles solares para mejorar la producción del cacao.

O_2 = Observaciones obtenidos por los sujetos muestrales después de aplicar a la parcela del fundo La Esperanza.

2.2. Operacionalización de variables.

Variables

Variable dependiente: Diseño de un sistema de bombeo con paneles solares.

Variable Independiente: Riego por goteo

2.3. Población, muestra y muestreo.

Población

Es un estudio, con caso único de muestra, que se seleccionó de forma intencional en las parcelas del fundo La Esperanza en el distrito de Lamas.

Muestra:

Se trabajó en las parcelas del fundo La esperanza en el distrito de Lamas. El muestreo fue elegido de manera intencional y con criterio del investigador. Y como criterio de inclusión se dio debido a que el fundo La Esperanza fue el lugar donde se realizaron los estudios requeridos para la investigación.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El estudio se realizó de la siguiente manera:

Técnica de gabinete. Se empleó el fichaje en la que se colocó las respectivas teorías respecto a las variables e indicadores y el análisis documental para organizar los conceptos con sus respectivos análisis que ayudará al diseño.

Instrumentos:

Se utilizará el instrumento de diseño factorial 2x2x2

Validación y confiabilidad de los instrumentos

Validez. Se realizó mediante el juicio de 2 expertos especialistas en el tema, más un especialista metodológico que revisará el diseño de la variable independiente que revisarán y evaluarán los resultados finales.

Confiabilidad. Los documentos validados por los expertos, tuvieron una calificación por cada variable de estudio. Para calcular dicha validez se utilizó el alfa de Crombach > 0.70 .

V1: Cargas eléctricas

CONFIABILIDAD	
Alfa	0.833708

V2: Calidad de energía eléctrica

CONFIABILIDAD	
	0.829
Alfa	708

2.5. Procedimiento

Primero: se recolectó los datos de información de campo mediante el instrumento de registro 2x2x2. Con ello se realizó el diseño del sistema de bombeo aplicando el Auto – cad y cálculos del riego por goteo mediante el programa Microsoft Office (Word y Excel) para las barras, columnas y otros.

Segundo: Se realizó un análisis de todos los gráficos, tablas y diseño en general analizado anteriormente. Finalmente se realizó el análisis estadístico en función a los objetivos de estudio mediante el Minitab – 18.

2.6. Métodos de análisis de datos

Los datos fueron procesados y analizados por medio de fórmulas, sistematizados y clasificados de acuerdo a las dimensiones e indicadores. Los datos serán procesados y analizados mediante tablas, gráficos estadísticos con la interpretación respectiva. Para el análisis se diseñó cálculos respectivos mediante programas

informáticos como el auto-cad, office 2013 para los diagramas en barras y columnas que se requiere.

2.7. Aspectos éticos

Se respetó la autoría de las investigaciones utilizadas en la investigación (propiedad intelectual), respecto a las variables de la investigación.

Los datos estuvieron bajo una estricta reserva y confidencialidad. A su vez, los datos son reales y confiables en el trabajo investigativo. La información se utilizó con previo conocimiento del administrador del dueño del fundo La Esperanza.

Además, la investigación estuvo ligada a la responsabilidad social empresarial en apoyo al desarrollo de la cadena productiva del cacao.

III. RESULTADOS

3.1. Diseño del sistema de bombeo con solares en la producción del cacao

3.1.1. Diseño del sistema de bombeo

En la figura N°01, encontramos el diseño del sistema de bombeo y distribución de las bombas y las medidas respectivas desde la base hasta el lugar de bombeo de agua hasta el fundo.

En la base tenemos 7.35 m hasta los paneles solares donde está el pozo de agua y la electrobomba sumergible. Luego tenemos el tablero de control que va desde la electrobomba con una medida de 32.70 m. Desde la base hasta la altura tenemos una altura de 34.70 m. donde encontramos el tanque elevado de 9.36 metros de altura. Todo esto es considerado como vista de elevación.

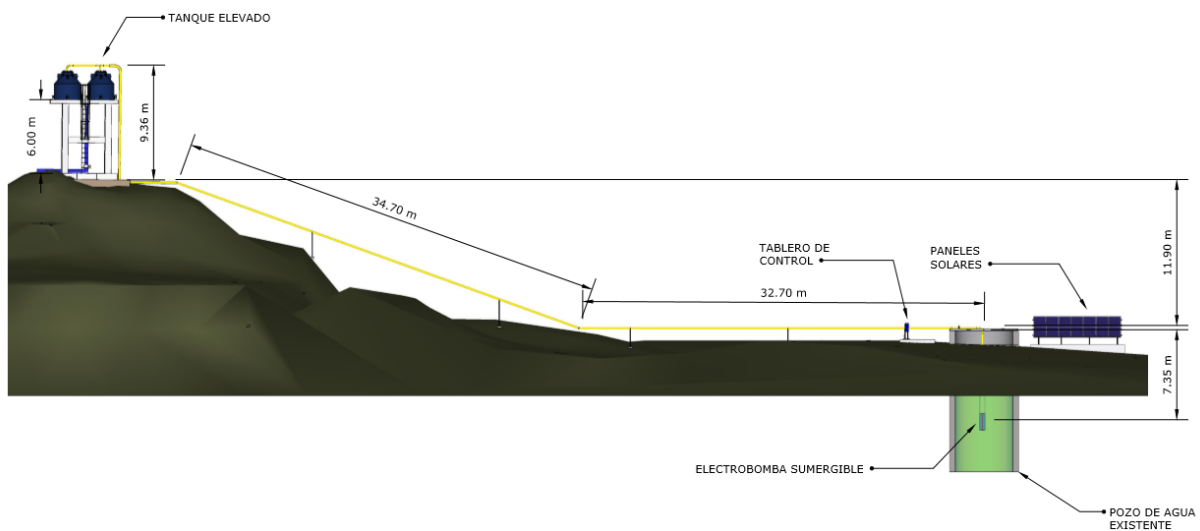


Figura 1. *Diseño del sistema de bombeo con paneles solares y la producción de cacao.*

Fuente: Programa Autocat

Interpretación

En la figura N° 02, muestra la vista del sistema de bombeo con paneles solares de vista frontal. La misma desde el pozo existente hasta los paneles solares, tiene una medida de 7.35 m. Desde la bomba de presión hasta la bomba de superficie tiene una medida de 11.90 m. con soportes metálicos respectivos. El tanque elevado tiene una medida de 7.26 m. con tubería PVC DIAM de 1 1/4".

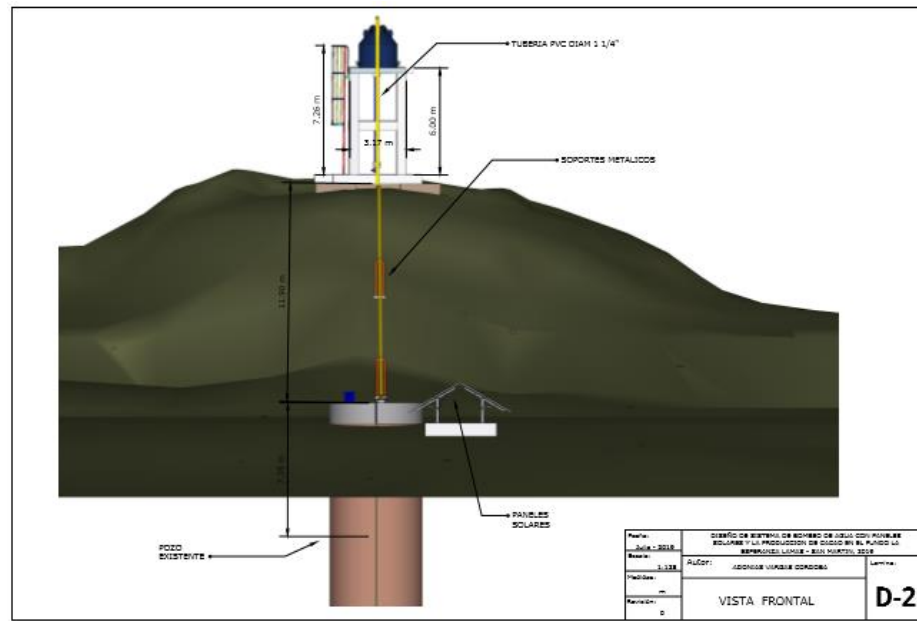


Figura 2. *Diseño de sistema de bombeo de agua con paneles solares de vista frontal.*

Fuente: Programa Autocat

Interpretación

A su vez, se presenta la vista isométrica detallada con las medidas respectivas, como se aprecia en la figura N° 03.

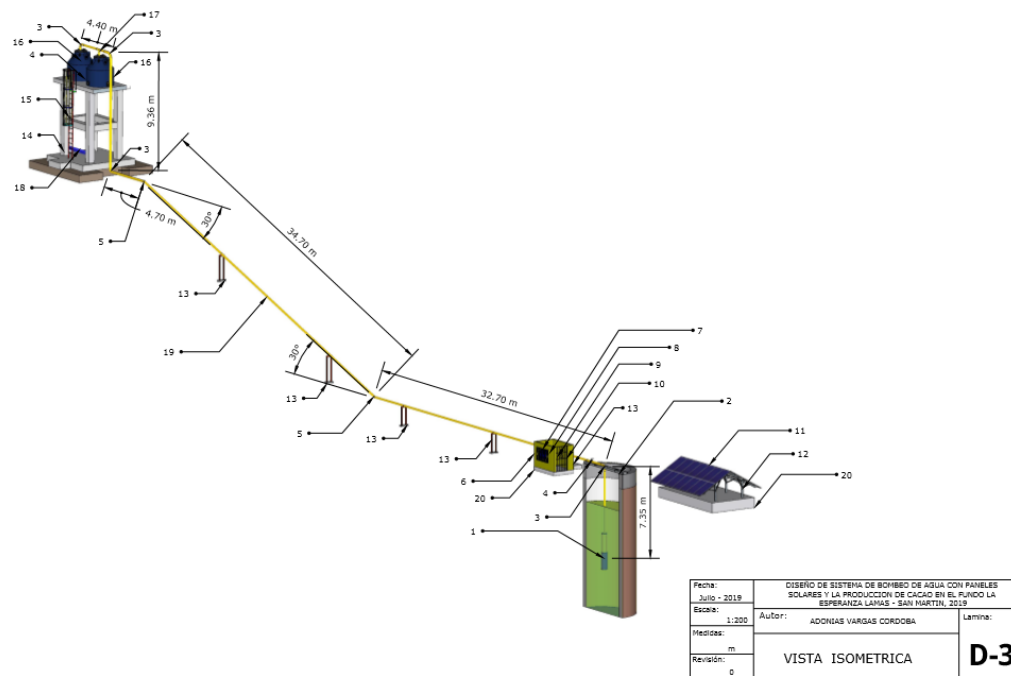


Figura 3. *Diseño de sistema de bombeo de agua con paneles solares de vista isométrica.*

Fuente: Programa Autocat

Tabla 1*Elementos del diseño del sistema de bombeo*

Código	Elemento	Medida	Unidad
1	Electrobomba sumergible 1.5 HP	Pza.	1
2	Soporte metálico de electrobomba	Pza.	1
3	Codo 90° Ø 1 1/4" PVC	Pza.	4
4	Válvula de globo Ø 1 1/4"	Pza.	2
5	Codo 30° Ø 1 1/4" PVC	Pza.	2
6	Caseta de control	Pza.	1
7	Tablero de control	Pza.	1
8	Inversor cargador 40 ^a	Pza.	1
9	Controlador Smart solar 45 ^a	Pza.	1
10	Baterías 12V 86 Ah	Pza.	2
11	Panel solar policristalino 270Wp	Pza.	2
12	Soporte metálico de paneles	Pza.	2
13	Soporte metálico con perno ubolt Ø 1 1/4"	Pza.	5
14	Base de concreto para tanques	Pza.	1
15	Escalera de acceso tipo Gato	Pza.	1
16	Tanque de agua Rotoplas 2800 litros	Pza.	2
17	Tee Ø 1 1/4" PVC	Pza.	1
18	Descarga a riego por goteo	Pza.	1
19	Tubería Ø 1 1/4" PVC	M	92
20	Losa de concreto	Pza.	3

Fuente: Elaboración propia**Interpretación**

La tabla N° 01, tenemos los elementos del sistema de bombeo detallados con las unidades de medidas y cantidades respectivas. Todo ello será importante en todo el proceso del diseño para mejorar la producción del cacao.

3.1.2. Cálculo de Consumo de agua con riego por goteo para una hectárea de cultivo de cacao (Segunda variable).

Tabla 2

Calculo de Etc (Evapotranspiración del cultivo de interés).

ET_o promedio para diferentes regiones agroclimáticas en mm día⁻¹

Regiones	Temperatura promedio durante el día (°C)		
	Templada ~10°C	Moderada 20°C	Caliente > 30°C
Trópicos y subtrópicos			
- húmedos y subhúmedos	2 - 3	3 - 5	5 - 7
- áridos y semiáridos	2 - 4	4 - 6	6 - 8
Regiones templadas			
- húmedas y subhúmedas	1 - 2	2 - 4	4 - 7
- áridas y semiáridas	1 - 3	4 - 7	6 - 9

Fuente: Estudio FAO Riego y drenajes

Interpretación

En la tabla N° 02 tenemos el promedio para diferentes regiones agro climatológicas en mm día, de la que se calcula la evapotranspiración del cultivo de cacao, se expresa en la siguiente fórmula:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Donde:

- E**
- to** Evapotranspiración del cultivo de referencia
- K**
- c** Coeficiente del cultivo.

Para ello estamos teniendo en cuenta el clima tropical característica de la selva, en éste caso seleccionaremos $E_{to} = 7$ mm/día (a temperaturas mayores de 30°C). Es

decir, tenemos las condiciones respectivas favorables para que haya un efecto en la productividad del cacao.

De tabla encontramos el Kc:

Tabla 3

Cálculo del valor constante para el cultivo de cacao (Kc=1.05).

CUADRO 12 (continuación)

Cultivo	K _{c ini} ¹	K _{c med}	K _{c fin}	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
j. Forrajes				
Alfalfa (heno) – efecto promedio de los cortes	0,40	0,95 ¹²	0,90	0,7
– periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,20 ¹⁴	1,15 ¹⁴	0,7
– para semilla	0,40	0,50	0,50	0,7
Bermuda (heno) – efecto promedio de los cortes	0,55	1,00 ¹³	0,85	0,35
– cultivo para semilla (primavera)	0,35	0,90	0,65	0,4
Trébol heno, Bersím – efecto promedio de los cortes	0,40	0,90 ¹³	0,85	0,6
– periodos individuales de corte	0,40 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	0,6
Rye Grass (heno) – efecto promedio de los cortes	0,95	1,05	1,00	0,3
Pasto del Sudán (anual) – efecto promedio de los cortes	0,50	0,90 ¹⁴	0,85	1,2
– período individual de corte	0,50 ¹⁴	1,15 ¹⁴	1,10 ¹⁴	1,2
Pastos de Pastoreo – pastos de rotación	0,40	0,85-1,05	0,85	0,15-0,30
– pastoreo extensivo	0,30	0,75	0,75	0,10
Pastos (césped, turfgrass) – época fría ¹⁵	0,90	0,95	0,95	0,10
– época caliente ¹⁵	0,80	0,85	0,85	0,10
k. Caña de azúcar	0,40	1,25	0,75	3
l. Frutas Tropicales y Árboles				
Banana – 1 ^{er} año	0,50	1,10	1,00	3
– 2 ^{do} año	1,00	1,20	1,10	4
Cacao	1,00	1,05	1,05	3
Café – suelo sin cobertura	0,90	0,95	0,95	2-3
– con malezas	1,05	1,10	1,10	2-3
Palma Datilera	0,90	0,95	0,95	8
Palmas	0,95	1,00	1,00	8
Piña ¹⁶ – suelo sin cobertura	0,50	0,30	0,30	0,6-1,2
– con cobertura de gramíneas	0,50	0,50	0,50	0,6-1,2
Árbol del Caucho	0,95	1,00	1,00	10
Té – no sombreado	0,95	1,00	1,00	1,5
– sombreado ¹⁷	1,10	1,15	1,15	2

Fuente: Estudio FAO Riego y drenajes

a. Cálculo de volumen de agua por planta (G)

Requerimiento de Riego se tiene la siguiente fórmula:

$$RR = Etc/Eficiencia \text{ de riego} \times 100$$

Para el riego por goteo se requiere tener una eficiencia de 90 a 95%, para efectos del cálculo tomaremos a 90%.

$$RR = 7.35 \text{ mm/día (ETc)/90 (Eficiencia estimada 90\%)} \times 100 = 8.16 \text{ mm/día.}$$

$$G = (RR / f) \times Sp \times SI$$

Donde:

F: Es la frecuencia de riego, para cacao es una vez por semana.

Sp: Espaciamiento entre plantas, que sería de 3 m.

SI: Espaciamiento entre laterales de riego, que sería de 3 m.

$$G = (8.16 \text{ mm/día} / (1 \text{ semana} / 7 \text{ días})) \times 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 10.49 \text{ L/planta/semana}$$

$$G = 1.49 \text{ L/planta/día}$$

b. Cálculo de Tiempo de aplicación (Ta).

Fórmula:

$$Ta = G / Np \times qa$$

Donde:

G: Volúmen de agua por planta

Np: Puntos de emisión por planta

Qa: Caudal Nominal del goteo lateral de riego

$$NP = Sp / Se$$

Donde:

Sp: Espaciamiento entre plantas = 3m.

Se: Espaciamiento entre goteros sobre el lateral

$$Np = 3 / 0.5$$

$$Np = 6$$

Qa = 0.99 L/h (El sistema por gotero tiene una descarga aprox. de 0.99 L/h).

$$Ta = 15 \times 7 = 105 \Rightarrow 1 \text{ hora } 45 \text{ minutos por semana.}$$

c. Cálculo de consumo de agua de una planta por hora

Consumo de la planta por hora = $(1.49\text{L/planta/día})/(0.25\text{ h})$.

Consumo de la planta por hora = 5.96 L/h por planta

d. Cálculo del número de plantas de cacao en una hectárea (10000 m²)

Una hectárea de terreno son 100 m x 100m = 10000m².

Por cada lado = $100/3 = 33.33$.

La cantidad de plantas = $33.33 \times 33.33 = 1111.11$.

La cantidad de plantas = 1111 Unidades.

e. El consumo de agua total por una hectárea de terreno

Consumo total = $1111 \times 5.96\text{ L/h}$.

Consumo total = 6621.56 L/h (en su etapa de mayor demanda de agua).

3.2. Influencia de la selección del panel solar en la producción del cacao

Con respecto al objetivo específico N° 01, tenemos la selección del panel solar y la influencia en la producción de cacao.

3.2.1. Cálculos totales

a. Cálculo instalación solar fotovoltaica aislada

Datos de ubicación y orientación

La instalación está situada: San Martín 1655, Lamas 22151, Perú.

En las coordenadas:

Latitud: -6.417426

Longitud: -76.52353

El campo fotovoltaico estará dispuesto con las siguientes características:

Inclinación: 0°

Desorientación respecto al Norte: 0°

Se usará un sistema de corriente alterna con un voltaje de 220 V.

El sistema dispone de generador auxiliar.

b. Consumo

Tipo: Electrobomba sumergible con motor

Modelo: 4SR25G/15.

Potencia: 1.1 kW

1.5 HP

Motor: Monofásico 220 v

Frecuencia: 60 Hz.

Total energía teórica diaria: 1100 Wh/d.

c. Cálculo de irradiación

Tomaremos como base el cuadro promedio de temperatura de Lamas. Como referencia tomaremos el día más desfavorable, con la temperatura más baja que es el 30 de junio.

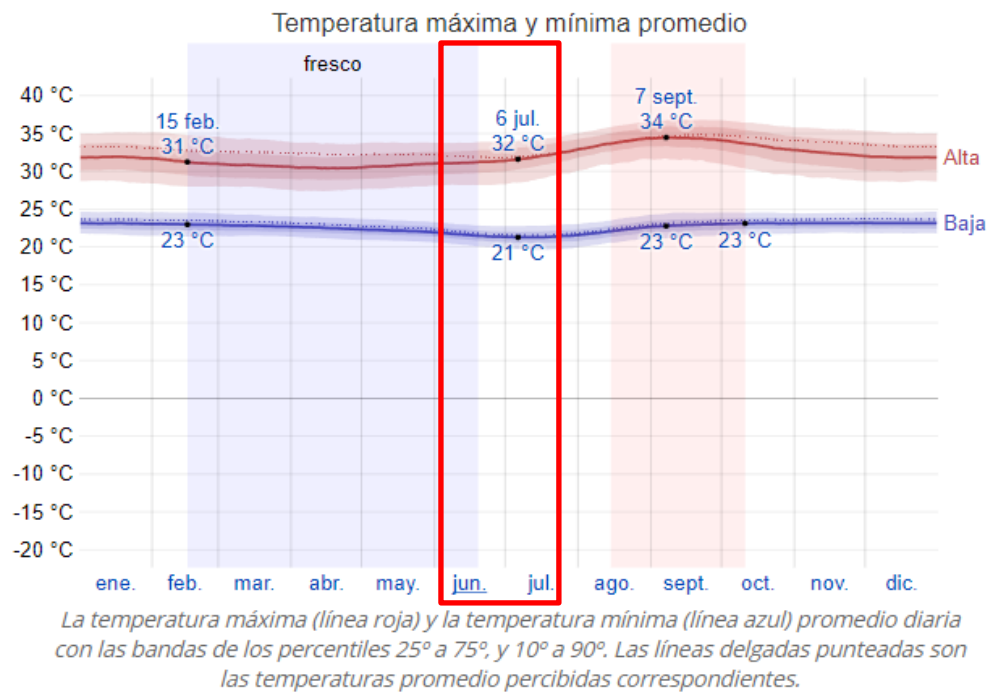


Figura 4. Cálculo de temperatura máximo y mínimo.

Fuente: SENAMI

La figura N° 04 muestra lo siguiente:

Verificación de los datos:

$\beta = 15^\circ$ (ángulo de inclinación de la superficie).

$\phi = 6.41^\circ$ (latitud de Lamas).

$N_d = 168$ (N° de día en el año: 30 de junio).

$Y = 0$

γ = Ángulo azimut sobre la superficie.

$\alpha = 2(nd - 1)/365$ (Posición angular de la tierra en la órbita).

$\alpha = 2.874$ radianes

d. Se calcula el ángulo de declinación de la tierra

$$\delta = (0,006918 - 0,399912 \cos \alpha + 0,070257 \sin \alpha - 0,006758 \cos 2\alpha + 0,000907 \sin 2\alpha - 0,002697 \cos 3\alpha + 0,00148 \sin 3\alpha) (180/\pi).$$

$$\delta = (0,006918 - 0,399912 \cos 2.8747 + 0,070257 \sin 2.8747 - 0,006758 \cos^2 (2.8747) + 0,000907 \sin 2(2.8747) - 0,002697 \cos^3 (2.8747) + 0,00148 \sin 3(2.8747)) (180/\pi).$$

$$\delta = 23.380^\circ.$$

e. Cálculo del ángulo horario

Cálculo del ángulo de salida del sol.

$$\cos ws = -\tan \phi \tan \delta.$$

$$\cos ws = -0.04857.$$

$$ws = 92.783^\circ.$$

Cálculo del ángulo horario de puesta del sol.

$$\cos ws' = -\tan (\phi - \beta) \tan \delta.$$

$$\cos ws' = -0.09168$$

$$ws' = 95.260^\circ$$

El ángulo horario será el menor valor hallado.

$$ws' = 92.783^\circ$$

f. Cálculo de relación de proporción de radiación entre superficie horizontal e inclinada.

$$R_b = (\cos (\phi - \beta) \cos \delta \sin \omega_s' + (\pi/180) \omega_s' \sin (\phi - \beta) \sin \delta) / (\cos \phi \cos \delta \sin \omega_s + (\pi/180) \omega_s \sin \delta \sin \phi).$$

$$R_b = (\cos(6.41 - 15) \cos 23.3805 \sin 92.783 + (\pi/180) 92.783 \sin(6.41 - 15) \sin 23.3805) / (\cos 6.41 \cos 23.3805 \sin 92.783 + (\pi/180) 92.783 \sin 23.3805 \sin 6.41).$$

$$R_b = 0.824$$

g. Cálculo del valor de la relación de distancia solar.

$$(R_o/R)^2 = (1.00011 - 0.034221 \cos \alpha + 0.00128 \sin \alpha + 0.000719 \cos 2\alpha + 0.000077 \sin 2\alpha).$$

$$(R_o/R)^2 = (1.00011 - 0.034221 \cos 2.8747 + 0.00128 \sin 2.8747 + 0.000719 \cos 2 \cdot 2.8747 + 0.000077 \sin 2 \cdot 2.8747).$$

$$(R_o/R)^2 = 1.034.$$

h. Cálculo de la radiación del sol diaria fuera de la atmósfera terrestre

Datos:

Constante solar $L_o = 1367 \text{ W/m}^2$

$$H_o(n) = (24/\pi)(I_o)((R_o/R)^2)(\cos \phi \cos \delta \sin \omega + (2\pi/360)\omega \sin \delta \sin \phi).$$

$$H_o(n) = (24/\pi)(1367)(1.034036)(\cos 6.41 \cos 23.3805 \sin 92.783 + (2\pi/360) 92.783 \sin 23.3805 \sin 6.41).$$

$$H_o(n) = 10589.103 \text{ Wh/m}^2$$

$$H_o(n) = 10.589 \text{ kWh/m}^2.$$

i. Cálculo del índice de claridad.

De acuerdo al mapa de radiación solar promedio diario en el departamento de San Martín.

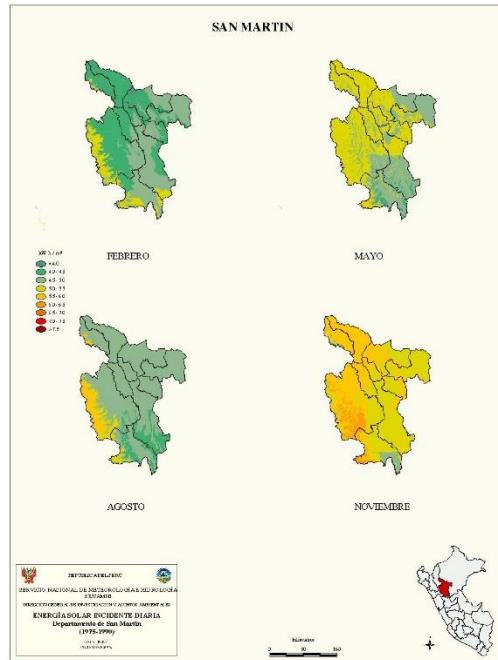


Figura 5. Claridad de San Martín.

Fuente: SENAMI

$$H = 4.5 \text{ kWh/m}^2$$

$$K_t = H/H_o$$

$$K_t = 4.5/10.589$$

$$K_t = 0.424$$

3.2.2. Cálculo de paneles

Tabla 4

Consideraciones de consumo

Equipo	Potencia instalada (W)	Horas de uso diario (h)	Consumo de energía Diaria (kWh/día)	Consumo de energía Mensual (kWh/mes)
Electrobomba	1100	1.75	1.93	7.70

Fuente: Manual de energía solar fotovoltaica.

Potencia de carga: $P_c = 1.1 \text{ kW}$ (Demanda máxima)

Consumo de energía diario: $EC_{\text{dia}} = 1.93 \text{ kWh}$ (consumo diario de energía)

Eficiencia de instalación: $\eta =$
Nivel de irradiación solar: $H(15^\circ) = 4.234 \text{ kWh/m}^2$

Obtenemos multiplicando las eficiencias de regulador, controlador y baterías e inversor.

Para la instalación, se seleccionó equipos con eficiencia $\eta_r = 0.97$, $\eta_a = 0.95$, $\eta_i = 0.97$.

$$\begin{aligned}\eta &= \eta_r \times \eta_a \times \eta_i \\ \eta &= 0.97 \times 0.95 \times 0.97 \\ \eta &= \mathbf{0.893}\end{aligned}$$

Cálculo de hora solar pico HSP

$$SFV = 1000 \text{ W/m}^2$$

$$\begin{aligned}HSP &= H(15)/1000 \text{ W/m}^2 \\ HSP &= 4.234 \text{ kWh/m}^2 / 1000 \text{ W/m}^2 \\ \mathbf{HSP} &= \mathbf{4.234 \text{ h}}\end{aligned}$$

Cálculo de potencia que debe generar el SFV

$$\begin{aligned}PSFV &= (EC_{\text{día}} / HSP) / \eta \\ PSFV &= \\ (1.93 / 4.234) / 0.893 \\ PSFV &= 0.510 \text{ kW}\end{aligned}$$

Cálculo de número de paneles

Seleccionaremos paneles de 145W (Prácticos en tamaño y peso).

$$P_{\text{panel}} = W_p = 270 \text{ W}$$

$$\# \text{Paneles} = \text{PSFV} / W_p$$

$$\# \text{Paneles} = 510 \text{ W} /$$

$$270 \text{ W}$$

$$\# \text{Paneles} = 1.88 \approx 2 \text{ paneles (de 270Wp)}$$

Panel solar 270 W Talesun poli cristalino.

Tabla 5

Parámetros eléctricos

ELECTRICAL PARAMETERS

Model	TP660P			
Maximum Power (Pmax/W)	260	265	270	275
Operating Voltage (Vmpp/V)	30.6	31.0	31.3	31.7
Operating Current (Impp/A)	8.50	8.56	8.63	8.69
Open-Circuit Voltage (Voc/V)	37.9	38.2	38.5	38.7
Short-Circuit Current (Isc/A)	8.97	9.04	9.09	9.17
Module Efficiency $\eta_m(\%)$	16.0	16.3	16.6	16.9
Power Tolerance	0-+3%			
Temperature Coefficient	Pmax	-0.40%/C		
	Voc	-0.31%/C		
	Isc	+0.06%/C		
Noct	45±2 C			

* STC: 1000w/m², 25 °C, AM 1.5

Fuente: Manual de energía solar fotovoltaica.

Cálculo del regulador, controlador de carga MPPT

Corriente máxima de carga. Calculamos la corriente máxima del controlador dividiendo la potencia total de los paneles por la tensión de las baterías.

$$I_{\max} = P_{\text{tot}} / V_{\text{bat}} \quad P_{\text{tot}} = 2 * 270\text{W} = 540 \text{ Wp}$$

$$I_{\max} = P_{\text{tot}} / V_{\text{bat}} \quad V_{\text{bat}} = 12 \text{ v (Asumimos baterías de 12V)}.$$

$$I_{\max} = 45 \text{ A} \quad (\text{Necesitamos un controlador MPPT de 45 A})$$

Tabla 6

Controladores SmartSolar MPPT 150V 45A Victron.

Controlador de carga SmartSolar	150/45	150/60	150/70	150/85	150/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48 V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 36V 1a,b)	1950W	2580W	3000W	3600W	4350W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	50A (máx. 30A por conector MC4)			70A (máx. 30A por conector MC4)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	Menos de 35 mA a 12 V / 20 mA a 48 V Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 16,2V / 32,4V / 48,6V / 64,8V (regulable)				
Tensión de carga de "ecualización"	variable multietapas (ocho algoritmos preprogramados) o algoritmo definido por el usuario				
Algoritmo de carga	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Compensación de temperatura	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Protección	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)				
Temperatura de trabajo	95%, sin condensación				
Humedad	5.000 m (fpotencia nominal completa hasta los 2.000 m)				
Altura máxima de trabajo	Para interiores, no acondicionados				
Condiciones ambientales	PD3				
Grado de contaminación	VE.Direct o Bluetooth				
Puerto de comunicación de datos	Sí (conector bifásico)				
Interruptor on/off remoto	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC				
Relé programable	Sí (no sincronizado)				
Funcionamiento en paralelo	CARCASA				
Color	Azul (RAL 5012)				
Terminales FV 3)	35 mm² / AWG2 (modelos Tr) Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4)			35 mm² / AWG2 (modelos Tr) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4)	
Bornes de la batería	35mm² / AWG2				
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)				
Peso	3 kg			4,5kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95 mm			Modelos Tr: 216 x 295 x 103 Modelos MC4: 246 x 295 x 103	

Fuente: manual controladores SmartSolar MPPT 150V 45A

Cálculo del inversor DC/AC

Potencia de inversor:

Datos

Potencia: $P_C = 1.1 \text{ kW}$ (demanda máxima).

Voltaje de carga: 220V AC.

Voltaje de cargador: 12V DC.

Frecuencia: 60 Hz.

Fases: Monofásica.

$$P_{Inv} = P_C * FS$$

$$P_{Inv} = 1.1 \text{ kW} * 1.2$$

$$P_{Inv} = 1.32 \text{ kW}.$$

Tabla 07. Inversor cargador 1500W 12V MPPT 40A Must solar.

Especificaciones

MODELO	PV30-1KW MPK	PV30-1.5KW MPK	PV30-2KW MPK	PV30-3KW MPK	PV30-5KW MPK	PV30-6KW MPK
Voltaje nominal banco de baterías	12VDC	12VDC	12VDC	12VDC	24VDC	24VDC/48VDC
Potencia nominal	1KW	1.5KW	2KW	3KW	5KW	6KW
Potencia arranque (20ms)	3KW	4.5KW	6KW	9KW	15KW	18KW
Capacidad arranque motores	1HP	1HP	1HP	2HP	3HP	3HP
Onda eléctrica	Onda senoidal pura / igual a la entrada (modo bypass)				Onda senoidal pura / igual a la entrada (modo bypass)	
Salida voltaje nominal RMS	220V/230V/240VAC(+/-10% RMS)				220V/230V/240VAC(+/-10% RMS)	
Frecuencia salida	50Hz/60Hz +/-0.3 Hz				50Hz/60Hz +/-0.3 Hz	
Eficiencia inversor (Pico)	>88%				>88%	
Eficiencia conectado AC	>95%				>95%	
Factor de potencia	0.8				1.0	
Tiempo transferencia típico	10ms(max)				10ms(max)	
AC ENTRADA	230VAC				230VAC	
Rango voltaje seleccionable	155-280VAC				155-280VAC	
Rango de frecuencia	50Hz/60Hz (Auto) 40-80Hz				50Hz/60Hz (Auto) 40-80Hz	
BATERÍA	10.0VDC /10.5VDC				20.0VDC~21.0VDC /40.0VDC~42.0VDC	
Voltaje mínimo arranque	10.5VDC +/-0.3V				21.0VDC +/-0.6V /42.0VDC +/-1.2V	
Alarma batería baja	10.0VDC +/-0.3V				20.0VDC +/-0.6V /40.0VDC +/-1.2V	
Corte bajo voltaje	16.0VDC +/-0.3V				32.0VDC +/-0.6V /64.0VDC +/-1.2V	
Alarma alto voltaje	15.5VDC +/-0.3V				31.0VDC +/-0.6V /62.0VDC +/-1.2V	
Recuperación alto voltaje	<25W con modo ahorro				<50W con modo ahorro	
Consumo en reposo	Depende tipo batería				Depende tipo batería	
AC CARGADOR	Depende tipo batería				Depende tipo batería	
Voltaje salida	10A				30A	
Fusible entrada AC	30A				30A	
Protección sobrecarga	15.7VDC				31.4VDC/62.8VDC	
Máxima corriente carga	35A	45A	65A	75A	70A	75A 50A
BYPASS & PROTECCIÓN	Onda pura (red o generador)				Onda pura (red o generador)	
Onda de entrada	50Hz o 60Hz				50Hz o 60Hz	
Frecuencia nominal entrada	Corta-circuitos				Corta-circuitos	
Protección sobrecarga	Corta-circuitos				Corta-circuitos	
Protección cortocircuito salida	Corta-circuitos				Corta-circuitos	
Límite intensidad Bypass	10A	15A	30A	30A	40A	
Corriente máxima Bypass	30Amp				40Amp	
Potencia FV máxima	600W				1600W	1600W 3200W
Corriente FV máxima	40A				60A	
Selección voltaje DC	12V				24V/48V auto	
Rango MPPT	16-100VDC				32-145VDC @ 24V / 64-145VDC @ 48V	
Voltaje máximo MPPT VOC	100VDC				145VDC	
Eficiencia máxima	>90%				>98%	
Consumo stand-by regulador	<2W				<2W	
CARACT. FÍSICAS	En pared				En pared	
Instalación	423*247*197mm				597x247x197mm	
Dimensiones (W*H*D)	18.5	19.5	23.5	28.7	50.4	51.8 49.2
Peso neto (Inversor) kg	570*355*300mm				743*372*312mm	
Dimensiones embalaje (W*H*D)	21.5	22.4	25.8	31.2	54	55.7 53.1
Peso bruto (Inversor) kg	0°C to 40°C				-15°C to 60°C	
Rango operativo temperatura	60dB MAX				LED+LCD	
Temperatura almacenamiento	460uds / 920uds / 1060uds				320uds / 640uds / 750uds	
Nivel sonoro						
Pantalla						
Volumen(20GPI40GPI40HQ)						

Fuente: Manual Inversor cargador 1500W 12V MPPT 40A Must solar

3.3. Influencia de la selección de la bomba en la producción del cacao

3.3.1. Bomba y características

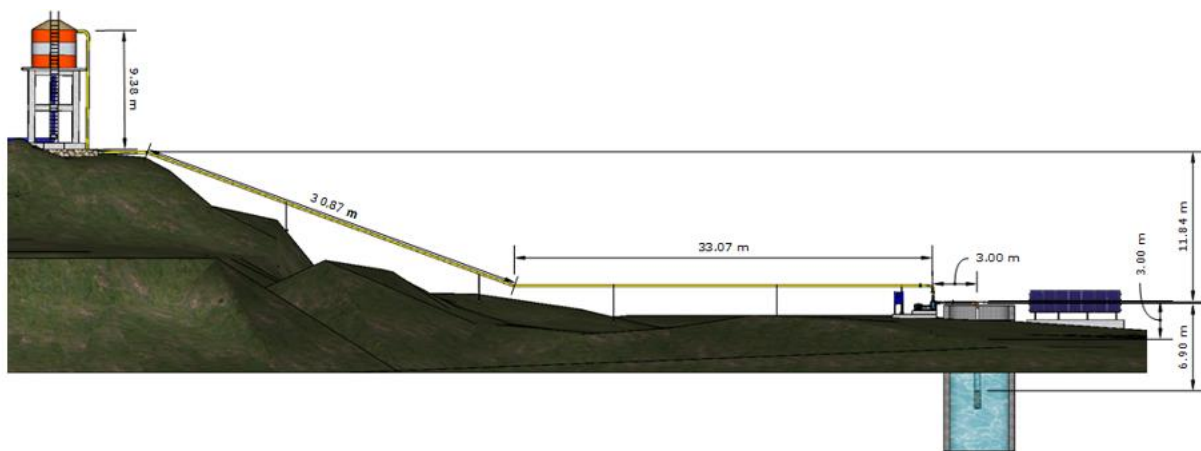


Figura 6. Esquema geométrico de distribución de tuberías y terreno.

Fuente: Programa Autocat

En la imagen N° 06 podemos observar la altura manométrica total referente a la bomba, incluido todo el esquema geométrico de distribución de tuberías con las respectivas medidas.

Para elegir la calidad de la bomba, se necesita saber el caudal mínimo requerido para irrigación por goteo en plantas de cacao, teniendo la siguiente fórmula:

$$Q = 6621.56 \text{ L/h}$$

$$Q = 6.62 \text{ m}^3/\text{h}$$

Q: Caudal

$$H1 = 9.38 \text{ m}$$

H1: Altura del tanque elevado

$$H2 = 11.84 \text{ m}$$

H2: Altura de desnivel de terreno

$$Pb = 6.9 \text{ m}$$

Pb: Profundidad de bomba

$$Nd = 3 \text{ m}$$

Nd: Nivel dinámico

$$Lac = 6.9 \text{ m} + 3.0 \text{ m} = 9.9 \text{ m}$$

Lac: Longitud de tubería de acero

$$Lpvc = 33.07 + 30.87 + 9.38 = 73.32 \text{ m}$$

Lpvc: Longitud de tubería de PVC

Respecto a las consideraciones de tubería para efectos de cálculo

Succión: Acero: Ø 1 1/4"

Impulsión: PVC: Ø 1"

Tabla 8

Tabla para perdidas de carga

Pérdidas por fricción en caños rectos de hierro

Caudal (m3/h)	Pérdidas (en metros por cada 100 metros)							
	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
1,14	7,7	2,4	0,6	0,3	0,1			
2,27	27,8	8,6	2,3	1,1	0,4			
3,40	58,6	18,5	4,8	2,2	0,8	0,3		
4,55	99,5	30,8	8,1	3,8	1,3	0,5		
5,68		46,9	12,1	5,7	2,0	0,7	0,3	
6,80		65,2	16,9	8,1	2,8	1,0	0,4	
7,95		87,0	23,9	10,8	3,8	1,3	0,5	
9,10		111,5	29,5	13,8	4,8	1,6	0,7	
10,2			35,0	17,0	6,0	2,0	0,8	
11,4	5"		44,0	20,8	7,3	2,5	1,0	0,2
13,6			62,3	29,0	10,2	3,4	1,4	0,3
15,9			82,8	38,2	13,6	4,5	1,9	0,4
17,0				44,0	15,4	5,1	2,1	0,5
18,2		0,2		49,8	17,4	5,8	2,4	0,6

Los valores de la tabla corresponden a agua limpia en cañería nueva de hierro. Para cañerías viejas de hierro, multiplicar los valores de tabla por 1,33. Para los distintos tipos de cañerías, dichos valores deben ser multiplicados por los factores detallados a continuación:

- Acero laminado nuevo : 0,8
- Acero arrugado : 1,25
- Fibrocemento : 1,25
- Aluminio : 0,7
- P.V.C. : 0,65
- Hidrobronz : 0,67








Fuente: Elaboración propia







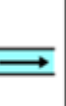
Interpretación

La tabla N° 08, muestra la pérdida de carga, donde se presenta la pérdida por fricción en caños rectos de hierro, para ello, encontramos los valores correspondiente al agua limpia en cañería de hierro nueva que. Respecto a las cañerías viejas de hierro, los valore se multiplican por 1,33, para otro tipo de cañerías se multiplican los valores presentados en acero luminado, arrugado, fibrocemento y aluminio P.V.C. en 0.65. Respecto al caudal (m3/h) de 6, 8. Además las pérdidas en metros por cada 100 metros.

Tabla 9

Pérdida por fricción en accesorios (Longitud equivalente de caño recto del mismo diámetro en metro)

Diámetro nominal de los caños normales								
mm.	Pulg.	Válvula esclusa totalmente abierta	Válvula globo totalmente abierta	Válvula ángulo totalmente abierta	Válvula de retención	Codo normal o Te de 6 mm de reducción	Curva normal o Te normal	Te normal
12	1/2	0,12	5,18	2,44	1,22	0,46	0,30	1,00
19	3/4	0,15	6,71	3,36	1,83	0,61	0,45	1,37
25	1	0,18	8,24	4,27	2,44	0,82	0,52	1,74
32	1 1/4	0,24	11,00	5,49	3,66	1,07	0,70	2,32
38	1 1/2	0,30	13,12	6,71	4,27	1,31	0,82	2,74
51	2	0,36	16,78	8,24	5,80	1,68	1,07	3,66
63	2 1/2	0,43	20,43	10,06	7,01	1,98	1,28	4,27
76	3	0,52	25,01	12,50	9,76	2,44	1,59	5,18
102	4	0,70	33,55	16,16	13,12	3,36	2,14	6,71

Diámetro nominal de los caños normales								
mm.	Pulg.	Te normal con salida lateral	Codo 45°	Codo 180°	Ensanchamiento brusco	Contracción brusca	Entrada ordinaria	Entrada de borda
12	1/2	1,00	0,24	1,09	0,30	0,18	0,27	0,49
19	3/4	1,37	0,30	1,52	0,45	0,24	0,40	0,61
25	1	1,74	0,40	1,83	0,52	0,30	0,46	0,76
32	1 1/4	2,32	0,51	2,53	0,70	0,40	0,61	1,04
38	1 1/2	2,74	0,61	3,05	0,82	0,45	0,73	1,22
51	2	3,66	0,76	3,96	1,07	0,58	0,91	1,52
63	2 1/2	4,27	0,92	4,58	1,28	0,67	1,10	1,83
76	3	5,18	1,16	5,49	1,59	0,85	1,37	2,38
102	4	6,71	1,52	7,32	2,14	1,16	1,83	3,26

Fuente: Catalogo de pérdidas de carga en tuberías - ROTOR PUMP

Interpretación

En la figura N° 09 se presenta el diámetro nominal de los caños normales, el tipo de válvulas con sus características y dimensiones, de las cuales se deriva lo siguiente:

Perdidas por fricción en tubería de acero Ø 1 1/4":

Pérdida longitudinal x 100m = 16.9 m 16.9%

Pérdida en codo 90° = 0.7 m Cant. 1

Válvula de globo = 11.0 m Cant. 1

Pérdidas por fricción en tubería de PVC Ø 1":

Pérdida longitudinal x 100m = 65.2 m x 0.65 = 42.38 m 42.38%

Pérdida en codo 90° = 0.52 m x 0.65 = 0.33 m Cant. 3

Pérdida en codo 45° = 0.40 m x 0.65 = 0.26 m Cant. 2

Válvula de globo = 8.24 m x 0.65 = 5.35 m Cant. 1

Cálculo de altura manométrica total

Altura manométrica total = $H_1 + H_2 + (L_{ac} \times 0.169) + (L_{pvc} \times 0.423) + (1 \times 0.7) + (1 \times 11) + (3 \times 0.33) + (2 \times 0.26) + (1 \times 5.35)$.

Altura manométrica total = $9.38 + 11.84 + (9.9 \times 0.169) + (17.32 \times 0.423) + (1 \times 0.7) + (1 \times 11) + (3 \times 0.33) + (2 \times 0.26) + (1 \times 5.35) = 48.77 \text{ m.c.a.}$

Altura manométrica total = 48.77 m.c.a.

3.3.2. Selección de la bomba

Datos:

$Q = 6.62 \text{ m}^3/\text{h}$

Altura manométrica total = 48.77 m.c.a.

Consultando catálogo de bombas Pedrollo, se encuentra lo siguiente:

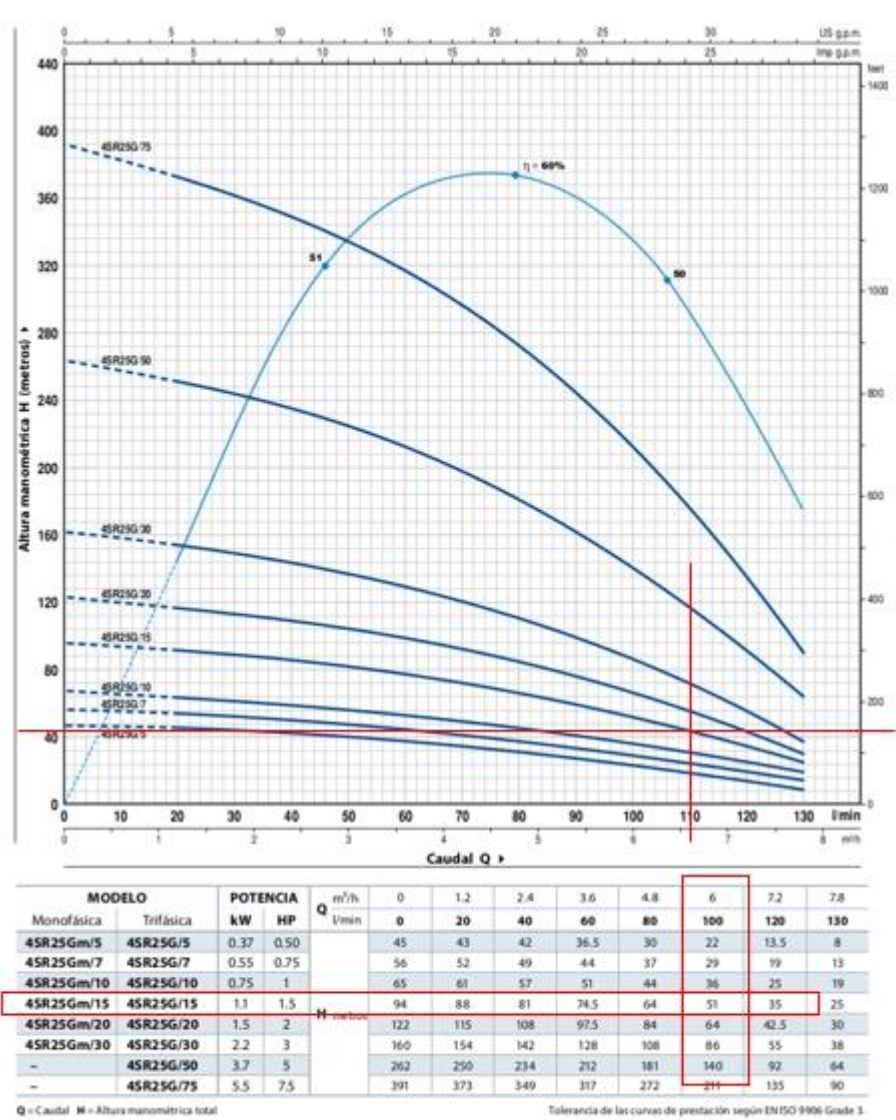


Figura 7. Curvas y datos de prestaciones

Fuente: Catálogo general Pedrollo, 2018.

Interpretación

En la figura N° 07, se presentan las curvas

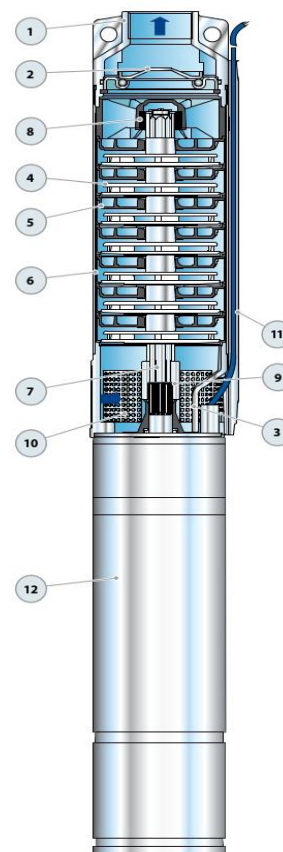
60 Hz $n = .3450$ 1/min.

De acuerdo a la curva y datos de prestación, podemos elegir el siguiente modelo.

4SR



POS. COMPONENTE	CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS
1 CUERPO DE IMPULSION	Acero inoxidable micro fundido AISI 304 dotado de boca de impulsión roscada NPT ANSI B 1.20.1
2 VALVULA DE RETENCION	Acero inoxidable AISI 304
3 SOPORTE	Acero inoxidable AISI 304, con dimensiones según norma NEMA
4 RODETE	Lexan 141-R
5 DIFUSOR	Noryl GFN2V
6 CAJA PORTA DIFUSOR	Acero inoxidable AISI 304
7 EJE BOMBA	Acero inoxidable AISI 304
8 RODAMIENTOS BOMBA	Parte fija en tecnopolimero especial y parte rotatoria en acero inoxidable AISI 316 revestida de óxido de cromo para resistir a la arena
9 CASQUILLO	Acero inoxidable AISI 316L hasta 2.2 kW; Acero inoxidable AISI 304 para potencias superiores
10 FILTRO	Acero inoxidable AISI 304
11 PROTECTOR DE CABLE	Acero inoxidable AISI 304
12 MOTOR 4"	4PD = "PEDROLLO"




<p>CAMPO DE PRESTACIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal hasta 450 l/min (27 m³/h) • Altura manométrica hasta 506 m <p>LIMITES DE UTILIZO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura máxima del fluido hasta +35 °C • Contenido de arena máximo 150 g/m³ • Profundidad de utilizo hasta 100 m bajo el nivel del agua (con cable de alimentación de longitud adecuada) • Funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> – en vertical – en horizontal con los siguientes límites: 4SR7G - 4SR10G - 4SR13G - 4SR25G hasta 18 etapas 4SR33G - 4SR45G - 4SR60G - 4SR75G - 4SR90G hasta 10 etapas • Arranques/hora: 20 con intervalos regulares • Flujo de enfriamiento motor mínimo 8 cm/s • Funcionamiento continuo S1 <p>EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD</p>	<p>CERTIFICACIONES</p> <p>COMPANY WITH MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV ISO 9001: QUALITY ISO 14001: ENVIRONMENT AND SAFETY</p>  <p>UTILIZOS E INSTALACIONES</p> <p>Se aconsejan para bombear agua limpia con contenido de arena no superior a 150 g/m³. Debido al alto rendimiento y fiabilidad, son aptas para usos en el campo doméstico, civil e industrial, para la distribución del agua en acoplamiento con autoclaves, riegos, instalaciones de lavado, aumento de presión para instalaciones anti-incendio, etc</p> <p>PATENTES - MARCAS - MODELOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patente pendiente n° PCT/EP2009/059855 (protector del cable) • Patente pendiente n° PCT/IB2009/051491 (para 4SR-PD monofásica hasta 0.75 kW; trifásica hasta 1.1 kW). <p>EJECUCION BAJO PEDIDO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo bomba con bocas roscadas ISO 228/1
<p>MOTOR ELECTRICO</p> <ul style="list-style-type: none"> – Monofásica 220 V - 60 Hz – Trifásica 380 V - 60 Hz 	

Figura 8. *Modelo: 4SR25Gm/15 (Monofásica)*

Fuente: Catálogo general Pedrollo, 2018.

Interpretación

Respecto a la figura N° 08, tenemos el modelo 4SR25Gm/15, que es un modelo monofásico útil en el diseño de bombeo planteado. La misma cuenta con sus componentes y características respectivas, todas basadas en las normas de seguridad de 220 V – 60 Hz y l bomba roscadas según el ISO 228/1.

Dimensiones y pesos de electrobomba

DIMENSIONES Y PESOS							
MODELO Monofásica	BOCA DN	N° ETAPAS	DIMENSIONES mm				kg 1~
			Ø	h1	h2	h	
4SR7G/7 - PD	1 1/4"	16	455	354	809	15.1	
4SR7G/10 - PD		21	572	384	956	17.8	
4SR7G/15 - PD		27	684	434	1118	19.2	
4SR7G/20 - PD		34	913	467	1380	23.6	
4SR7G/30 - PD		42	1060	565	1625	29.8	
4SR10G/5 - PD		7	290	329	619	12.2	
4SR10G/7 - PD		11	364	354	718	14.1	
4SR10G/10 - PD		14	419	384	803	16.2	
4SR10G/15 - PD		18	517	434	951	17.3	
4SR10G/20 - PD		24	628	467	1095	20.0	
4SR10G/30 - PD		30	764	565	1329	26.0	
4SR13G/7 - PD		9	327	354	681	13.7	
4SR13G/10 - PD		11	364	384	748	15.6	
4SR13G/15 - PD		15	437	434	871	16.7	
4SR13G/20 - PD		20	554	467	1021	19.8	
4SR13G/30 - PD		27	683	565	1248	25.1	
4SR25G/5 - PD		5	270	329	599	11.9	
4SR25G/7 - PD		6	292	354	646	13.3	
4SR25G/10 - PD		7	314	384	698	15.0	
4SR25G/15 - PD		10	380	434	814	15.9	
4SR25G/20 - PD		13	446	467	913	18.0	
4SR25G/30 - PD		17	558	565	1123	23.7	

Figura 9. Electrobomba sumergible con motor 4SR - PD

Fuente: Catálogo general Pedrollo, 2018

Interpretación

En la figura N° 09, tenemos la electrobomba sumergible con sus respectivas dimensiones y pesos, de las cuales se resume en lo siguiente:

Tipo : Electrobomba sumergible con motor

Modelo : 4SR25G/15

Potencia : 1.1 kW

1.5 HP

- g. Válvula de compuerta de caudal
- h. Cable de alimentación eléctrica
- i. Cuadro eléctrico
- j. Depósito autoclave.
- k. Presostato.
- l. Electro – válvula / electro - compresor

Todos estos elementos componen la bomba que será utilizada en el sistema de bombeo.

3.4. Presupuesto del sistema de bombeo

Se tiene el siguiente presupuesto:

Tabla 10

Presupuesto del sistema de bombeo

Ítem	Concepto	Unidad	Metrado	Precio Unitario	Sub total
	Sistema de bombeo				
1	Electrobomba Pedrollo 4SR25Gm/15 (Monofásica) 1.5 HP	Pza	1.00	S/. 2,690.00	S/. 2,690.00
2	Soporte metálico de Bomba	Glb	1.00	S/. 450.00	S/. 450.00
3	Losa de concreto	m2	9.00	S/. 110.00	S/. 990.00
4	Tablero de control	Glb	1.00	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
5	Válvulas de globo Ø 1 1/4"	Pza	2.00	S/. 35.00	S/. 70.00
6	Tubería PVC Ø 1 1/4" + instalación	m	115.00	S/. 7.00	S/. 805.00
7	Accesorios para tubería PVC Ø 1 1/4" (codos + uniones + pegamentos)	Glb	1.00	S/. 380.00	S/. 380.00
8	Soportes metálicos para tuberías	Glb	7.00	S/. 350.00	S/. 2,450.00
9	Cableado y conexiones	Glb	1.00	S/. 1,350.00	S/. 1,350.00
10	Base de concreto para tanque 3x4.5m (columnas + plataforma)	Glb	1.00	S/. 3,680.00	S/. 3,680.00
11	Tanque cisterna de agua Rotoplas 2800 litros	Glb	2.00	S/. 1,890.00	S/. 3,780.00
12	Escalera metálica tipo Gato 8m	Glb	1.00	S/. 1,440.00	S/. 1,440.00
					S/. 19,285.00

Fuente: Manual de energía solar fotovoltaica.

Tabla 11*Presupuesto de paneles fotovoltaicos*

	Sistema de energía por paneles fotovoltaicos					
1	Panel solar 270 W Talesun policristalino	Pza	2.00	S/. 722.00	S/. 1,444.00	
2	Controladores Smart Solar MPPT 150V 45A Victron	Pza	1.00	S/. 2,445.00	S/. 2,445.00	
3	Batería AGM 12V 86Ah Ultracell UC-86-12	Pza	2.00	S/. 498.00	S/. 996.00	
4	Inversor cargador 1500W 12V MPPT 40A Must solar	Pza	1.00	S/. 1,824.00	S/. 1,824.00	
5	Accesorios + conexionado y cableado	Glb	1.00	S/. 1,800.00	S/. 1,800.00	
6	Soporte metálicos para paneles	Glb	1.00	S/. 630.00	S/. 630.00	
7	Caseta de controls 2 x 1.5 m de concreto y perfiles metálicos	Glb	1.00	S/. 1,800.00	S/. 1,800.00	
					S/. 10,939.00	

Fuente: Manual de energía solar fotovoltaica.

Es así que el presupuesto total para el sistema de bombeo con paneles solares sería de:

Tabla 12*Presupuesto total*

Sistema de bombeo	S/. 19,285.00
Sistema de energía por paneles fotovoltaicos	S/. 30,224.00

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Análisis estadístico

Utilizando X barra-R podemos analizar la variabilidad (Sistema de riego por aspersión) para esto tenemos una tabla en la que figuran los datos recopilados antes de aplicar el tratamiento.

Tabla 13

X – Barra, sistema de riego

Planta	1	2	3
1	2.49	2.52	2.50
2	2.58	2.57	2.59
3	2.68	2.7	2.69
4	2.73	2.75	2.73
5	3.80	3.83	3.80
6	3.82	3.85	3.83
7	3.92	3.95	3.94
8	3.98	3.97	3.99

Fuente: Manual de cálculo de sistema de riego.

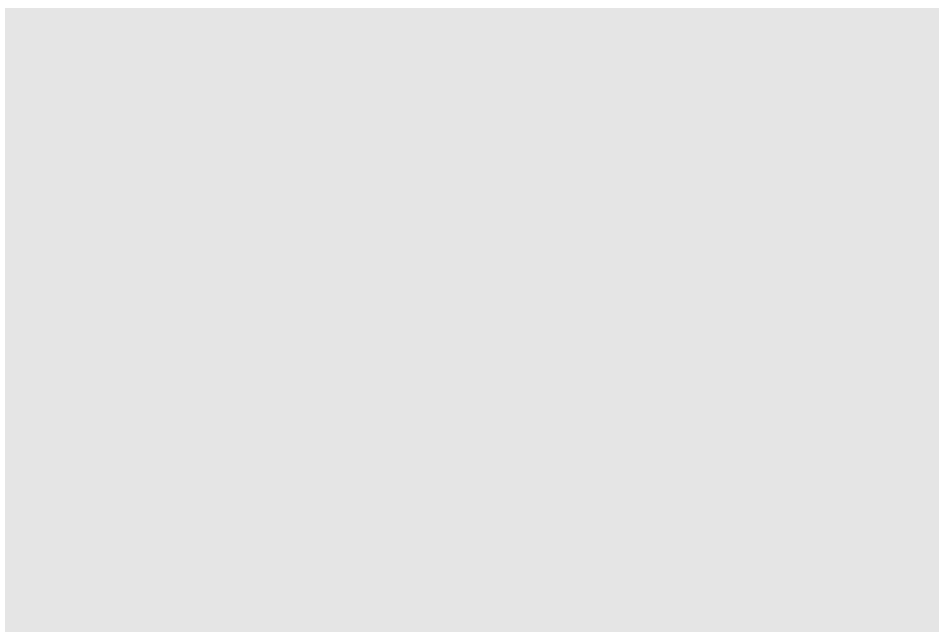


Figura 11. X barra-R antes del tratamiento.

Fuente: Minitab

Interpretación

La gráfica superior (X-barra R) nos indica que el proceso se encuentra fuera de control estadístico, siendo los límites de control ($LCS = 3.284$ y $LCI = 3.233$), sin embargo, predomina la media y rango mayor de 3.259 litros y 0.025 litros respectivamente, lo cual genera un elevado consumo de agua por planta de cacao.

Utilizando X barra-R podemos analizar la variabilidad (Sistema de riego por aspersión) para esto tenemos una tabla en la que figuran los datos recopilados después de aplicar el tratamiento.

Tabla 14

X – Barra, sistema de riego después de la aplicación

Planta	1	2	3
1	1.49	1.52	1.50
2	1.46	1.54	1.51
3	1.47	1.52	1.53
4	1.50	1.53	1.52
5	1.48	1.52	1.50
6	1.46	1.48	1.50
7	1.52	1.51	1.52
8	1.49	1.51	1.53

Fuente: Manual de cálculo sistema de riego.

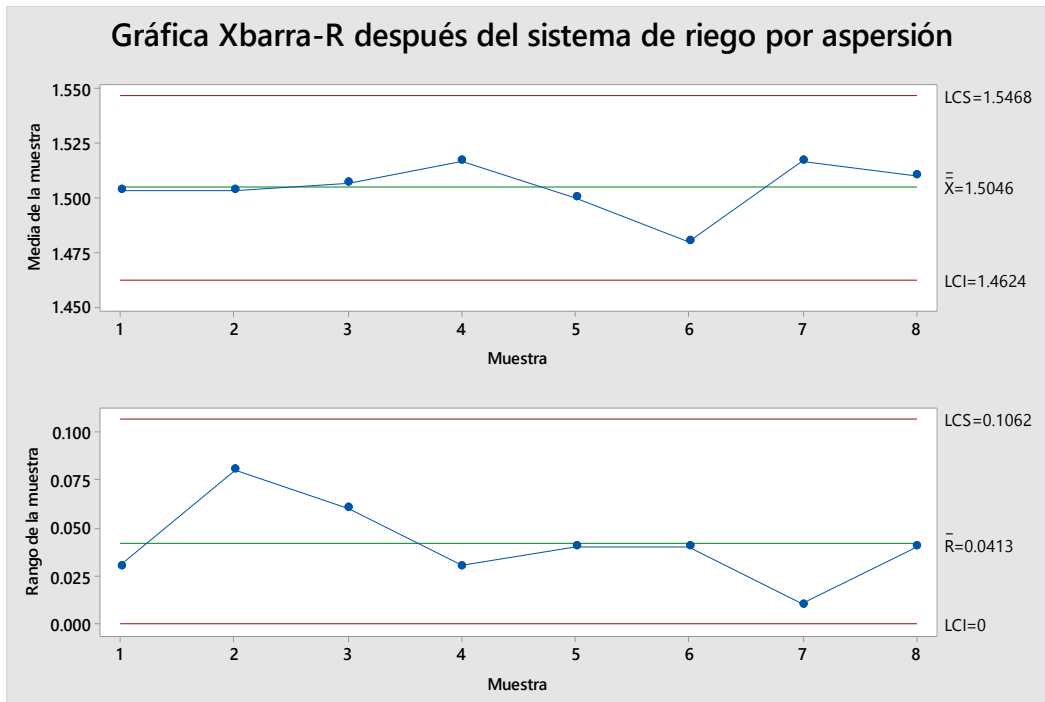


Figura 12. *X barra-R después del tratamiento*

Fuente: Minitab

Interpretación

La gráfica superior (X-barra R) nos indica que el proceso se encuentra bajo control estadístico, siendo los límites de control ($LCS = 1.5468$ y $LCI = 1.4624$), sin embargo predomina la media y rango mayor de 1,5046 litros y 0.0413 litros respectivamente, lo cual genera un bajo consumo de agua por planta de cacao.

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Regresión factorial: Riego vs. Presupuesto, Electrobomba, Panel solar

Tabla N° 15*Análisis de Varianza*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	16.8811	2.4116	13460.01	0.000
Lineal	3	15.2371	5.0790	28348.05	0.000
Presupuesto	1	0.5310	0.5310	2963.93	0.000
Electrobomba	1	0.9801	0.9801	5470.35	0.000
Panel solar	1	13.7259	13.7259	76609.88	0.000
Interacciones de 2 términos	3	1.2306	0.4102	2289.45	0.000
Presupuesto*Electrobomba	1	0.3825	0.3825	2135.09	0.000
Presupuesto*Panel solar	1	0.4187	0.4187	2336.95	0.000
Electrobomba*Panel solar	1	0.4293	0.4293	2396.30	0.000
Interacciones de 3 términos	1	0.4134	0.4134	2307.56	0.000
Presupuesto*Electrobomba*Panel solar	1	0.4134	0.4134	2307.56	0.000
Error	16	0.0029	0.0002		
Total	23	16.8840			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0133853	99.98%	99.98%	99.96%

Tabla 16*Coefficientes codificados*

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante		3.13375	0.00273	1146.94	0.000	
Presupuesto	0.29750	0.14875	0.00273	54.44	0.000	1.00
Electrobomba	0.40417	0.20208	0.00273	73.96	0.000	1.00
Panel solar	1.51250	0.75625	0.00273	276.78	0.000	1.00
Presupuesto*Electrobomba	-0.25250	-0.12625	0.00273	-46.21	0.000	1.00
Presupuesto*Panel solar	-0.26417	-0.13208	0.00273	-48.34	0.000	1.00
Electrobomba*Panel solar	-0.26750	-0.13375	0.00273	-48.95	0.000	1.00
Presupuesto*Electrobomba*Panel solar	0.26250	0.13125	0.00273	48.04	0.000	1.00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\begin{aligned}
 \text{Riego} = & 0.86500 + 0.54500 \text{ Presupuesto} + 0.60333 \text{ Electrobomba} + 0.75625 \text{ Panel solar} \\
 & - 0.52000 \text{ Presupuesto*Electrobomba} - 0.13208 \text{ Presupuesto*Panel solar} \\
 & - 0.13375 \text{ Electrobomba*Panel solar} \\
 & + 0.13125 \text{ Presupuesto*Electrobomba*Panel solar}
 \end{aligned}$$

Estructura de alias

Factor	Nombre
A	Presupuesto
B	Electrobomba
C	Panel solar
Alias	
I	
A	
B	
C	
AB	
AC	
BC	
ABC	

Fuente: Minitab (Análisis de Varianza).

Gráfica muestra los tres factores e interacción de los mismos. Influyen y tiene efectos estadísticamente significativos debido a que sus valores p de tabla de coeficientes codificados son menores que el nivel σ predeterminado de 0.005, siendo los efectos:

- Efectos principales para el sistema de riego por aspersión planteada son Presupuesto (A) Electrobomba (B) y Panel solar (C).
- El efecto de interacción del sistema de riego por aspersión planteada son Presupuesto (A) Electrobomba (B) y Panel solar (C).

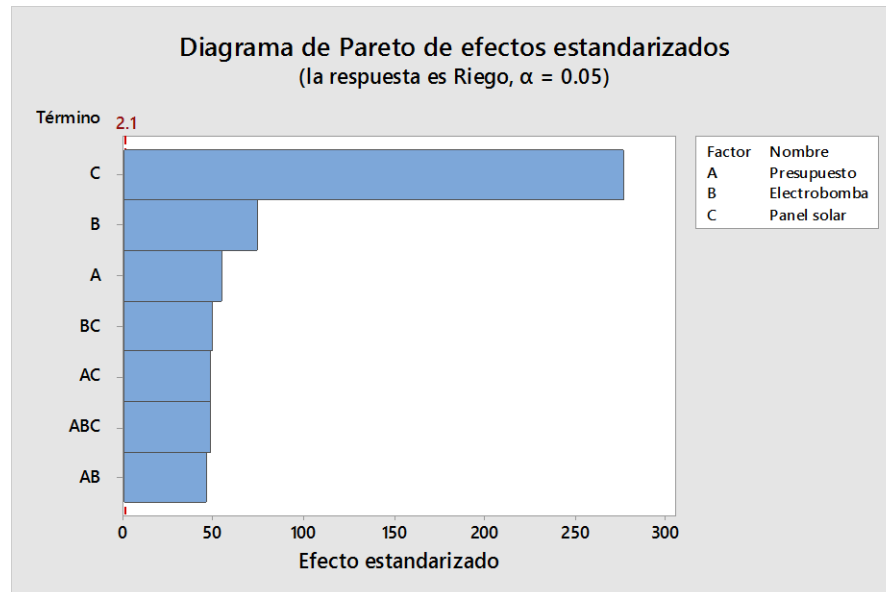


Figura 13. *Diagrama de Pareto de efectos estandarizados*

Fuente: *Minitab:* (Diagrama de Pareto de efectos estandarizados).

Interpretación

El diagrama muestra el valor absoluto de los efectos del diagrama de Pareto. Siendo significativos los que sobrepasan la línea de referencia, en este caso Presupuesto (A) Electrobomba (B) y Panel solar (C).

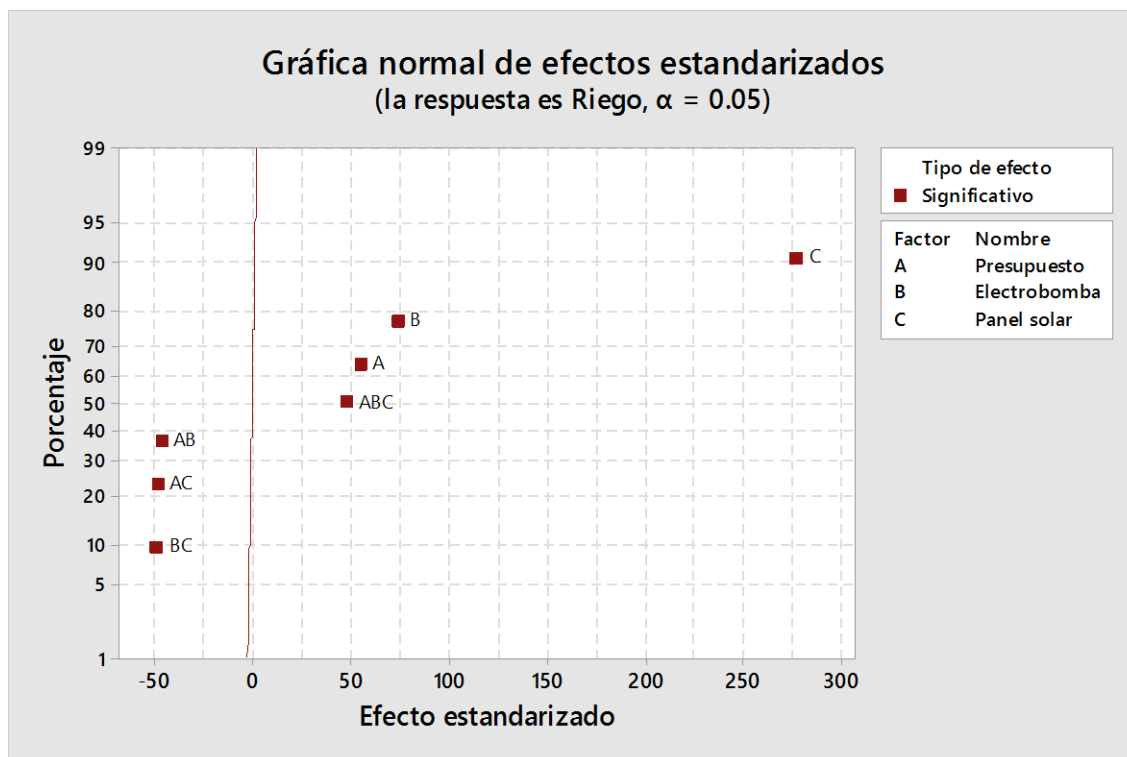


Figura N° 14. *Gráfica normal de efectos estandarizados*

Fuente: Minitab (Gráfica normal de efectos estandarizados).

La gráfica muestra los términos significativos Presupuesto (A) Electrobomba (B) y Panel solar (C), son significativos debido a que sus valores p, son menores que el nivel de significancia (σ) de 0.005.

Interpretación

Según a estas predicciones podemos notar que las combinaciones Presupuesto (A) Electrobomba (B) y Panel solar (C), es apropiado para un mejor índice de confiabilidad debido a la obtención del valor p, siendo 0.000, logrado también un valor p de -46.21 y - 48.95 al combinarlos. Por lo tanto, es significativa su influencia en el sistema de riego por aspersión.

IV. DISCUSIÓN

Luego de realizar los cálculos del diseño de sistema de bombeo con paneles solares para mejorar el riego por goteo, y analizar cada uno de los resultados en función a los objetivos en cada una de las dimensiones, corresponde realizar la argumentación respectiva de los resultados con antecedentes y principales teorías de la investigación.

En lo referido al objetivo general, el diseño del sistema de bombeo con paneles solares, con una base de 7.35 m hasta los paneles solares donde está el pozo de agua y la electrobomba sumergible. Luego tenemos el tablero de control que va desde la electrobomba con una medida de 32.70 m. Desde la base hasta la altura tenemos una altura de 34.70 m. donde encontramos el tanque elevado de 9.36 metros de altura. Todo esto es considerado como vista de elevación con sus respectivos elementos y medidas.

Respecto al riego por goteo se tuvo en cuenta el clima tropical de $E_{to} = 7$ mm/día (a temperaturas mayores de 30°C). Para el riego se requiere contar con una eficiencia de 90 a 95%, para efectos del cálculo tomaremos a 90%, $RR = 7.35$ mm/día $(E_{Tc})/90$ (Eficiencia estimada 90%) $\times 100 = 8.16$ mm/día, y $G = (8.16 \text{ mm/día} / (1 \text{ semana} / 7 \text{ días}) \times 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 10.49 \text{ L/planta/semana}$ con una cantidad de 1111 unidades de plantas, con un consumo total de 6 621.56 L/h.

En éste sentido, GODOY (2016), el sistema de bombeo con paneles solares, se da desde la transformación de la energía fotovoltaica. Ésta se produce cuando la luz incide en los materiales semiconductores que convierte la luz en electricidad a partir del flujo de electrones en el interior del material. El sistema de bombeo consta de un generador motor bomba, sistema de acondicionamiento potencial y otros componentes como sistema de tuberías y acumulación de pozo (ARIJA, 2010).

CARRANZA, Mynor (2011), en su investigación *“Evaluación y propuesta de mejoramiento de la estación de bombeo con agua de mar, dirigido a la producción de camarones”*, menciona que un sistema de bombeo mejora notablemente el sistema de riego y abastecimiento de agua, mejorando en gran medida la producción, generando ahorro y mayores utilidades a la empresa. Lo mismo ocurre con los resultados de la

investigación presentada, ya que el diseño del sistema de bombeo mejorará el riego por goteo y la producción del cacao.

En referencia al primer objetivo específico, sobre la determinación de la selección del panel solar en el riego por goteo del cultivo de cacao. Se tiene en cuenta un sistema de corriente alterna de 22 V, con motor sumergible de 1.1. Kw de potencia, que genera 1 100 Wh/d en energía teórica diaria, 1.75 horas de uso y un consumo de energía mensual de 1.93 (kWh/día), esto aporta 2.874 radianes temperatura y $1.88 \equiv 2$ paneles (de 270Wp), Panel solar 270 W Talesun poli cristalino. Los paneles tienen una potencia carga: $P_c = 1.1$ kW (demanda máxima), .93 kWh (consumo diario de energía), y un nivel de irradiación solar: $H(15^\circ) = 4.234$ kWh/m².

A su vez, SANCHEZ, Martín (2017), en su investigación, *“Diseño de un suministro eléctrico con energía fotovoltaico, para mejorar la productividad de equipos de bombeo agrícola del establo GESA – Lambayeque”*, concluye que para un diseño de sistema de bombeo, es necesario tener en cuenta, modelos de electrobombas fotovoltaico SOLARLAND, modelo SLP120-12U, controlador solar PHOCOS, modelo CML08, batería RITAR, modelo RA12-150, inversor sinusoidal 12VCD/220VAC 500W-ENERGIT. El requerimiento de agua actual del Establo GESA es de 290 litros de agua por día, para consumo agrícola, más de 5% de reserva. Por lo cual el sistema está diseñado para bombear 1000.50 litros de agua diarios. Concuerda con los resultados presentados en el primer objetivo específico.

Además SALMERÓN, David y Blandón, JIMMY (2014), en su investigación, *“Estudio de pre inversión de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua en el municipio de Jinope”*, concluye que el tiempo de duración de una electrobomba depende del material de sus componentes para que dure de 5 a 10 años, o puede ser de 20 años, todo depende de la tecnología y la instalación. En concordancia con los resultados presentados, la elección de una buena bomba asegura una mejor calidad del sistema y dura mucho más tiempo.

En el segundo objetivo específico sobre, la influencia de la selección de la bomba en el riego por goteo. Para la selección de la bomba se tuvo que hacer en base al cálculo del

caudal mínimo requerido para irrigación por goteo, con una cantidad de 6621.56 L/h. Respecto a la tubería es acero y PVC Ø 1 1/4". Respecto a la pérdida por fricción de hierro con cañería vieja se multiplica los valores por 1,33, en cambio para los otros tipos de cañerías los valores deben multiplicarse por los valores presentados en acero laminado, arrugado, fibrocemento y aluminio P.V.C. en 0.65. Respecto al caudal (m³/h) de 6, 8. Además las pérdidas en metros por cada 100 metros.

En discusión con LAZO, Néstor (2011), en su investigación *“Diseño de un sistema con paneles solares para cargar baterías y energizar motores de picadoras en una comunidad agrícola*, concluye que, para el diseño de bombeo con paneles solares, obedece a una buena selección del panel y del motor de picadura 5HP y un controlador de carga que suministra una potencia de 6528W, suficiente para ampliar el sistema futuro mejorando los resultados de las actividades.

El tercer objetivo específico acerca del presupuesto del diseño del sistema de bombeo con paneles solares. La misma concierne en materiales como una electrobomba, soporte metálico de bomba, loza de concreto, tablero de control, válvulas, tubería, accesorios, soportes metálico, cableado y base de concreto por un monto de S/ 19, 285.00. Respecto a los paneles fotovoltaicos con sus materiales de Panel solar 270 W policristalino, controladores Smart solar MPPT150V 45A, baterías, inversor cargador, accesorios, soporte metálico de paneles y caseta de control por un monto de S/ 10, 939.00, haciendo un total de S/ 49, 509 soles.

En discusión con GODOY, Elizabeth (2011), en su investigación, *“Diseño de un sistema de riego en zona rural con energía solar fotovoltaica”*, concluyó que con la aplicación del sistema utilizando energía solar se incrementó la producción del tomate en un 100% elevándola de 24, 580 toneladas sin costos adicionales de mantención. Con el proceso de riego por goteo, se disminuyó el consumo de agua, aprovechándolo de una mejor manera y obteniendo un buen resultado final del bombeo por goteo. Es decir, concuerda con los resultados de la investigación se mejora se mejoró el presupuesto de mantenimiento y costos posteriores generados en el riego por goteo.

En sí, el bombeo por goteo tiene un conjunto ordenado de elementos que interactúan entre ellos mismos para asegurar la cantidad de agua precisa en las parcelas de forma permanente, con cantidades suficientes y en momento preciso que lo requieran las plantas (Leris, 2014). Todo este sistema se logra con el diseño del sistema de bombeo con paneles solares.

V. CONCLUSIONES

- 5.1.** Los resultados del diseño del Sistema de bombeo con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao. El diseño se basó en una base de 7.35 m hasta los paneles solares, donde está el pozo de agua y la electrobomba sumergible, el tablero de control que va desde la electrobomba con una medida de 32.70 m. Desde la base hasta la altura tenemos una altura de 34.70 m. donde encontramos el tanque elevado de 9.36 metros de altura. Todo esto influyó en el riego con una eficiencia de 90 a 95%, 7.35 mm/día (ETc)/90, 8.16 mm/día, para una cantidad de 1111 unidades de plantas, con un consumo total de 6 621.56 L/h.
- 5.2.** Los resultados de la influencia de la selección del panel solar en el riego por goteo del cultivo de cacao. Se tomó en cuenta un sistema de corriente alterna de 22 V, con motor sumergible de 1.1. Kw de potencia, que genera 1 100 Wh/d en energía teórica diaria, 1.75 horas de uso, con un consumo de mensual de energía de 1.93 (kWh/día), esto aporta 2.874 radianes temperatura y $1.88 \equiv 2$ paneles (de 270Wp). Se eligió un panel solar de 270 W Talesun poli cristalino con una potencia de carga de 1.1 kW (demanda máxima), 0. 93 kWh (Consumo de energía diaria), con un nivel de irradiación de $H (15^\circ) = 4.234 \text{ kWh/m}^2$. Todas las características de la selección del panel, hacen que el riego por goteo sea más eficiente.
- 5.3.** Los resultados de la influencia de la selección de la bomba en el riego por goteo. Tuvo influencia el cálculo del caudal mínimo requerido para irrigación por goteo, con una cantidad de 6621.56 L/h. La tubería es acero y PVC Ø 1 1/4". Respecto a la pérdida por fricción de hierro con cañería vieja se multiplica los valores por 1, 33, en cambio para los otros tipos de cañerías los valores deben multiplicarse por los valores presentados en acero laminado, arrugado, fibrocemento y aluminio P.V.C. en 0.65. Respecto al caudal (m³/h) de 6, 8, influyendo positivamente en el riego por goteo.

5.4. Los resultados del presupuesto del sistema de bombeo con paneles solares para mejorar el riego por goteo. Para el sistema de bombeo con materiales como electrobomba, soporte metálico de bomba, loza de concreto, tablero de control, válvulas, tubería, accesorios, soportes metálico, cableado y base de concreto por un monto de S/ 19, 285.00. Respecto a los paneles fotovoltaicos con sus materiales de: Panel solar 270 W policristalino, controladores Smart solar MPPT150V 45A, baterías, inversor cargador, accesorios, soporte metálico de paneles y caseta de control por un monto de S/ 10, 939.00, haciendo un total de S/ 49, 509 soles. Con todo ello se mejorará el riego por goteo en el cultivo de cacao.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1.** Se recomienda a los investigadores en general, continúen con la investigación respecto al diseño del sistema de bombeo y el riego por goteo, elevando el riego con una eficiencia de 90 a 95%, 7.35 mm/día (ETc)/90, 8.16 mm/día, para una cantidad de 1 111 unidades de plantas, con un consumo total de 6 621.56 L/h. mediante.
- 6.2.** Se recomienda a la comunidad científica en general, plantear soluciones de investigación en otro nivel de investigación respecto a las variables de estudio, con el fin de tomar mejores resultados de selección del panel solar, mejorando la corriente alterna de 22 V, ayudando a mejorar los radianes de temperatura, influyendo positivamente en el riego por goteo del cultivo de cacao.
- 6.3.** Se recomienda a los futuros investigadores, proponer soluciones parciales para obtener nuevos resultados sobre la selección de la bomba, teniendo en cuenta la influencia el cálculo del caudal mínimo requerido para irrigación por goteo, ya que influye positivamente en el riego por goteo del cultivo de cacao.
- 6.4.** Se recomienda proponer una solución definitiva al riego por goteo mediante un nuevo diseño de sistema de bombeo con paneles solares, utilizando los indicadores de clima similares, que funciones con bajos costos y tenga una mayor eficiencia a 30°C). Con una eficiencia de riego de 90 a 95%, con 8.16 mm/día, y $G = (8.16 \text{ mm/día} (1 \text{ semana}/7 \text{ días}) \times 3 \text{ m} \times 3\text{m} = 10.49 \text{ L/planta/semana}$ con una cantidad de 1111 unidades de plantas, con un consumo total de 6 621.56 L/h. Con ello se podrá mejorar el riego por goteo en un producto de cultivo en la región.

REFERENCIAS

AGUIRRE, José y MEZA, María. Diseño de un sistema de riego por goteo para producción de hortalizas y semillas en Zamorano, Honduras. [En línea]. (Tesis pre grado), Universidad Nacional de San Agustín, Honduras, 2011. [Fecha de consulta: 09 Octubre de 2018]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/85/1/T3198.pdf>

ALONSO, Miguel y CHENLO, Faustino. Sistema de bombeo fotovoltaico. [En línea]. (Tesis de post grado), Madrid: CIEMAT, 2011. 60 pp. [Fecha de consulta: 25 noviembre de 2018]. Disponible en: https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/1807/0126_Cruz.pdf?sequence=1

ARIJA, David. Prototipo de sistema de bombeo fotovoltaico para proyectos de cooperación al desarrollo con tecnologías apropiadas. [En línea]. (Tesis de pre grado), Leganés: Universidad Carlos III de Madrid Escuela Politécnica Superior, 2010. 150 pp. [Fecha de consulta: 20 Noviembre de 2018]. Disponible en: <https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/10871/PROYECTO%20fina.%20David%20Arija%20Gonzalez.pdf>

CARRNZA, Mynor. Evaluación y propuesta de mejoramiento de la estación de bombeo de agua de mar, de una finca dedicada a la adquisición, producción y cosecha de camarón. [En línea]. (Tesis de pre grado) Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. 60 pp. [Fecha de consulta: 15 Noviembre de 2018]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0574_MI.pdf

CERDÁN, Ana. Diseño de un sistema de bombeo solar-eólico para consumo de agua en cabañas eco turísticas en la pitaya. [En línea]. (Tesis de pre grado), Andalucía: Universidad Internacional de Andalucía, 2011. 48 pp. [Fecha de consulta: 20

Noviembre de 2018]. Disponible en:
http://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/1468/0211_Cerdan.pdf?sequence=1

DELTA Volt. Bombear Agua con Energía Solar, s.I. (s.n) [2018?]. [Fecha de consulta: 10 Octubre de 2018]. Disponible en: <https://deltavolt.pe/energia-renovable/bombeo-solar>

GODOY, Elizabeth. Diseño de sistema de regadío en zona rural con energía solar fotovoltaica. [En línea]. (Tesis de pre grado), Chile: Universidad católica de la santísima concepción, 2011. 45 pp. [Fecha de consulta: 15 Noviembre de 2018]. Disponible en:
<http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/904/Elizabeth%20Godoy%20Ortiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar R. Fernández. Metodología de la investigación (VI). 6. a. ed. México: Mc Graw – Will, 2014. 600 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

INFO REGIÓN. Crece productividad de cadenas de valor en San Martín. Agencia de prensa ambiental, Tarapoto, 17 de septiembre 2018. [Fecha de consulta: 09 Octubre de 2018]. Disponible en: <http://www.inforegion.pe/253851/crece-productividad-de-cadenas-de-valor-en-san-martin/>

LAZO, Néstor. Diseño de un sistema con paneles solares para cargar baterías y energizar motores de picadoras en una comunidad agrícola. [En línea]. (Tesis de pre grado), Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. 60 pp. [Fecha de consulta: 15 noviembre de 2018]. Disponible en:
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/697>

LERIS, Luis. Mantención y operación de sistemas de riego a presión. [Apuntes en línea], 2014. Disponible en: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2014/08/Operacion-y-mantencion-de-sistemas-de-riego-a-presion.pdf>

MENDOZA, Alirio. Riego por goteo. [Trabajo en línea], marzo, 2013. Recuperado de: <http://www.senari.gob.bo/archivos/Riego%20por%20goteo.pdf>

MONTILLA, Florencia. Conceptos básicos de la microeconomía de la empresa. Función de producción. Docplayer, s. I. S. S.N. [2007?]. [Fecha de consulta: 12 Noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.econlink.com.ar/files/funcion-produccion.pdf>

RED AGRÍCOLA. El riego tecnificado es un aliado para aumentar las producciones de cacao. Chile, 12 de Noviembre 2017. S.I. [Fecha de consulta: 09 octubre de 2018]. Disponible en: <http://www.redagricola.com/pe/el-riego-tecnificado-es-un-aliado-para-aumentar-las-producciones-de-cacao/>

REVISTA PERÚ OPORTUNITY FUND [En línea] .Diagnóstico de la Agricultura en el Perú. Informe final, Lima. Febrero del 2011. [Fecha de consulta: 09 Octubre de 2018]. Disponible en: http://www.peruopportunity.org/uploads/posts/34/Diagnostico_de_la_Agricultura_en_el_Peru_-_web.pdf

RODRÍGUEZ, Leonor, SOBRINO Fernando, ÁLVAREZ, Raúl y otros. Instalación de sistema de riego por goteo en ITDUPM. Grupo de investigación Hidráulica, Madrid, 2017. Recuperado de: <http://www.itd.upm.es/wp-content/uploads/2017/01/Resumen-TALLER-13.02.sistema-riego-1.pdf>

SANCHEZ, Martín. Diseño de un suministro eléctrico con energía solar fotovoltaica para mejorar la productividad de equipos de bombeo agrícola del estable GESA – Lambayeque, 2016. [En línea]. (Tesis de pre grado), Perú:

Universidad César Vallejo, 2017. 48 pp. [Fecha de consulta: 18 noviembre de 2018]. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10085/sanchez_bm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SALMERÓN, David y Blandón, JIMMY. “Estudio de pre inversión de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua en la comunidad de San Antonio del municipio de Jinotepe”. [En línea]. (Tesis de pre grado), Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. 62 pp. [Fecha de consulta: 17 noviembre de 2018]. Disponible en: <http://ribuni.uni.edu.ni/1458/1/60102.pdf>

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia

Título: Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p>Problema general</p> <p>¿En qué medida influye el diseño del sistema de bombeo con paneles solares en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cómo influye la selección del panel solar en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019?</p> <p>¿Cómo influye la selección de la bomba en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019?</p> <p>¿Será posible calcular el presupuesto del diseño del sistema de bombeo con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019?.</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Diseñar un sistema de bombeo con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la influencia de la selección del panel solar en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.</p> <p>Determinar la influencia de la selección de la bomba en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.</p> <p>Calcular el presupuesto del diseño del sistema de bombeo con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>El diseño del sistema de bombeo con paneles solares influye significativamente en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>La influencia de la selección del panel solar será positiva en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.</p> <p>La influencia de la selección de la bomba será positiva en el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.</p> <p>Es posible calcular el presupuesto del sistema de bombeo con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo del cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019.</p>	<p>Técnica</p> <p>Como técnica se utilizará la técnica de gabinete lista de cotejo</p> <p>Instrumentos</p> <p>Como instrumento se realizará la guía de la lista del cotejo para el diseño.</p>
Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones	

<p>El presente estudio de investigación tendrá un enfoque cuantitativo, de nivel explicativo experimental aplicado y se empleará el diseño Pre test con un solo grupo.</p> <p>O₁__ X __ O₂</p> <ul style="list-style-type: none">• O₁ = Observaciones de la VD antes del tratamiento• X = Diseño del sistema de bombeo con paneles solares para mejorar la producción del cacao.• O₂ = Observación de la VD después del tratamiento.	<p>Población</p> <p>Se trata de un estudio de caso único, que se seleccionó de forma intencional en las parcelas del fundo La Esperanza en el distrito de Lamas.</p> <p>Muestra</p> <p>Se trabajará en las parcelas del fundo La esperanza en el distrito de Lamas.</p>	<table><tr><th>Variables</th><th>Dimensiones</th></tr><tr><td rowspan="3">Diseño del sistema de bombeo con panel solar</td><td>Selección del panel solar</td></tr><tr><td>Selección de la bomba.</td></tr><tr><td>Presupuesto</td></tr><tr><td rowspan="4">Riego por goteo</td><td>Consumo de agua con riego por goteo para una hectárea de cultivo.</td></tr><tr><td>Volumen de agua por planta</td></tr><tr><td>Consumo de agua por hora.</td></tr><tr><td>Número de plantas.</td></tr></table>	Variables	Dimensiones	Diseño del sistema de bombeo con panel solar	Selección del panel solar	Selección de la bomba.	Presupuesto	Riego por goteo	Consumo de agua con riego por goteo para una hectárea de cultivo.	Volumen de agua por planta	Consumo de agua por hora.	Número de plantas.
Variables	Dimensiones												
Diseño del sistema de bombeo con panel solar	Selección del panel solar												
	Selección de la bomba.												
	Presupuesto												
Riego por goteo	Consumo de agua con riego por goteo para una hectárea de cultivo.												
	Volumen de agua por planta												
	Consumo de agua por hora.												
	Número de plantas.												



ANEXO 02: Instrumentos de recolección de datos

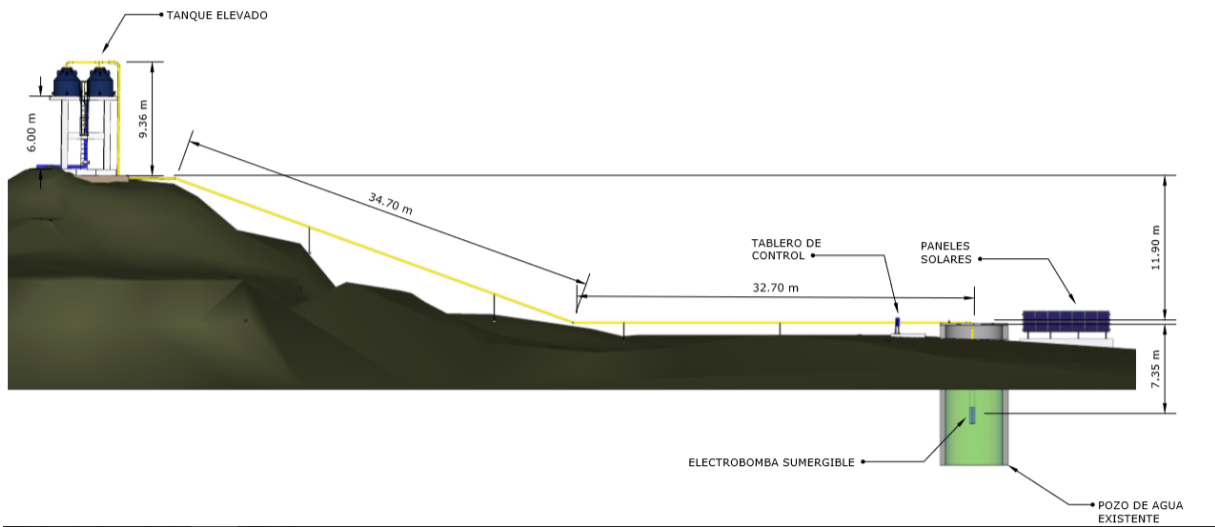
Registro de datos 2x2x2.

Variable Independiente: Diseño del sistema de bombeo con panel solar				Variable Dependiente: Riego por goteo			
Selección del panel solar	Selección de la Electrobomba.	Presupuesto	Tratamiento	Consumo de agua con riego por goteo para una hectárea de cultivo.	Volumen de agua por planta	Consumo de agua por hora.	Número de plantas.
				1	2	3	4
2	Alta eficiencia	Corto plazo	a1,b1,c1	6621.56	5.96	1.49	1111
		Largo plazo	a1,b1,c2	6735.63	6.06	1.58	1111
	Baja eficiencia	Corto plazo	a1,b2,c1	6800.54	6.12	1.68	1111
		Largo plazo	a1,b2,c2	6895.36	6.20	1.73	1111
4	Alta eficiencia	Corto plazo	a2,b1,c1	6982.68	6.28	1.80	1111
		Largo plazo	a2,b1,c2	6995.59	6.29	1.82	1111
	Baja eficiencia	Corto plazo	a2,b2,c1	7000.42	6.30	1.92	1111
		Largo plazo	a2,b2,c2	7050.86	6.34	1.98	1111

Registro de datos 2x2x2.

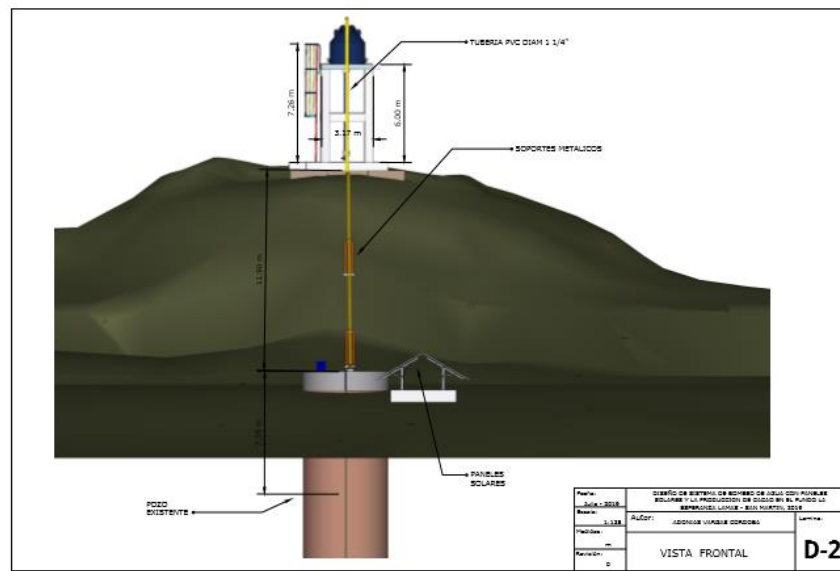
Variable Independiente: Diseño del sistema de bombeo con panel solar				Variable Dependiente: Riego por goteo			
Selección del panel solar	Selección de la Electrobomba.	Presupuesto	Tratamiento	Consumo de agua con riego por goteo para una hectárea de cultivo.	Volumen de agua por planta	Consumo de agua por hora.	Número de plantas.
				1	2	3	4
2	Alta eficiencia	Corto plazo	a1,b1,c1	6621.56	5.96	1.49	1111
		Largo plazo	a1,b1,c2	6735.63	6.06	1.58	1111
	Baja eficiencia	Corto plazo	a1,b2,c1	6800.54	6.12	1.68	1111
		Largo plazo	a1,b2,c2	6895.36	6.20	1.73	1111
4	Alta eficiencia	Corto plazo	a2,b1,c1	6982.68	6.28	1.80	1111
		Largo plazo	a2,b1,c2	6995.59	6.29	1.82	1111
	Baja eficiencia	Corto plazo	a2,b2,c1	7000.42	6.30	1.92	1111
		Largo plazo	a2,b2,c2	7050.86	6.34	1.98	1111

Planos del diseño del sistema de bombeo con paneles solares



Diseño de sistema de bombeo de agua con paneles solares y la producción de cacao.

Fuente: Programa Autocat



Diseño de sistema de bombeo de agua con paneles solares de vista frontal.

Fuente: Programa Autocat

ANEXO 03: Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg. Lozada Fustamante Carlos Edwin.
Institución donde labora : Independiente
Especialidad : Ingeniería Mecánica Eléctrica
Instrumento de evaluación : Registro de datos 2x2x2.
Autor (s) del instrumento (s) : Adonias Vargas Córdova, Elmer Rojas Tarrillo.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares y la producción de cacao.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares y la producción de cacao.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables del estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares y la producción de cacao.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL					44	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable para la investigación

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

44

Tarapoto, 20 de Junio del 2019

Carlos Edwin Lozada Fustamante
Ingeniero Mecánico Electricista
Mód. C.P. 328294



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dra. Rosa Mabel Contreras Julián
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo
 Especialidad : Docente Metodóloga
 Instrumento de evaluación : Registro de datos 2x2x2.
 Autor (s) del instrumento (s) : Adonias Vargas Córdova, Elmer Rojas Tarrillo.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares y la producción de cacao.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares y la producción de cacao.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares y la producción de cacao.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL					44	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable para la investigación

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 44

Tarapoto, 20 de Junio del 2019

[Firma]

Dra. Rosa Mabel Contreras Julián
 CPPe: 0324802



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg. Ing. Juan Carlos Bengoa Seminario
 Institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 Especialidad: Docente Especialista
 Instrumento de evaluación: Registro de datos 2x2x2
 Autor (s) del instrumento (s): Adonias Vargas Córdova, Elmer Rojas Tarrillo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables. Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares y la producción de cacao				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables. Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares y la producción de cacao				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables del estudio				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables. Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares y la producción de cacao				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente", sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable para la investigación

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

42

Bengoa
 Juan C. Bengoa Seminario
 R.C. 121515

Trujillo, 20 de Junio del 2019

ANEXO 04: Autorización donde se ejecutó la investigación

CONSTANCIA.

HACE CONSTAR:

Que los estudiantes **ADONÍAS VARGAS CÓRDOVA** y **ELMER ROJAS TARRILLO** identificados con DNI N° 42688741, DNI N° 41774556, realizaron la ejecución de sus investigación del proyecto para su tesis titulada. “diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo la esperanza, lamas, san Martín, 2019” se desarrolló en en las instalaciones de mi mencionado fundo garantizándoles una calidad y fiscalización Lamas 26 de abril del 2019.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados.



José Benjamín Vargas avellaneda

DNI N° 00929600

ANEXO 05: Acta de aprobación de originalidad

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **ING. RUIZ VASQUEZ, SANTIAGO ANDRES**, docente de la Facultad **Ingeniería** y Escuela Profesional **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada:

"Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo La Esperanza, Lamas San Martín, 2019", del estudiante **Adonías Vargas Córdova** con DNI N° **42688741**; y **Elmer Rojas Tarrillo** con DNI N° **41774556**, constato que la investigación tiene un índice de 15% similitud de verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 19 de julio del 2019


.....
Ruiz Vásquez Santiago Andrés
Ing. Mecánico
CIP. 125897

.....
Firma
ING. RUIZ VASQUEZ, SANTIAGO ANDRES
DNI: 18882577

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

ANEXO 06: Resultado final del programa turnitin de tesis

back studio


Primera Entrega

/0

<

>

?

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

"Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019".

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista.

AUTOR:
Adonías Vargas Córdova (ORCID: 0000-0001-8573-9362)
Elmer Rojas Tarrillo (ORCID: 0000-0002-2244-3959)

15

Resumen de coincidencias

15 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1

Entregado a Universida...

Trabajo del estudiante

7 %

>

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

>

3

Entregado a Universida...

Trabajo del estudiante

1 %

>

4

Entregado a Pontificia ...

Trabajo del estudiante

1 %

>

5

bibdigital.epn.edu.ec

Fuente de Internet

1 %

>

le 62

Número de palabras: 10800

Text-only Report

High Resolution

Activado















ANEXO 07: Autorización de publicación de tesis en el repositorio institucional UCV

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo **Adonías Vargas Córdova**, identificado con DNI N° 42688741 y **Elmer Rojas Tarrillo** identificado con DNI N° 41774556 egresados de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica eléctrica** de la Universidad César Vallejo, autorizo (x), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulada:

"Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo La Esperanza, Lamas San Martín, 2019"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....


.....
Adonías Vargas Córdova
DNI N° 01146110


.....
Elmer Rojas Tarrillo
DNI N° 42806242

FECHA: 05 de diciembre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

ANEXO 08: Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Dr. Edward Freddy Rubio Luna Victoria

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Adonías Vargas Córdova

Elmer Rojas Tarrillo

INFORME TÍTULADO:


“Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo La Esperanza, Lamas San Martín, 2019”

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

SUSTENTADO EN FECHA: 20 julio del 2019

NOTA O MENCIÓN:	Adonías Vargas Córdova	14
	Elmer Rojas Tarrillo	14


Edward Rubio Luna Victoria
DIRECTOR DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TARIAPOTO